

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KEPEKLİ EKMEĞİN FİTİK ASİT MİKTARINA
PROSESİN ETKİSİ**

Pınar ÇAY

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ANKARA
2008**

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Pınar ÇAY tarafından hazırlanan “**Kepekli Ekmeğin Fitik Asit Miktarına Prosesin Etkisi**” adlı tez çalışması 22/10/2008 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Berrin ÖZKAYA

Jüri üyeleri:

Başkan : Prof. Dr. Hamit KÖKSEL
Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği A.B.D.

Üye : Prof. Dr. Berrin ÖZKAYA
Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği A.B.D.

Üye : Prof. Dr. Ender POYRAZOĞLU
Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği A.B.D.

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Orhan ATAOL

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KEPEKLİ EKMEĞİN FİTİK ASİT MİKTARINA PROSESİN ETKİSİ

Pınar ÇAY

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Berrin ÖZKAYA

Bu çalışmada iki farklı ekmeklik una (A ve B) farklı oranlarda kepek (% 0, % 10, % 15, % 20, % 25, % 30) ve farklı oranlarda maya (% 3 ve % 5) katılıp farklı fermentasyon programları (20-10-30 dakika ve 30-30-50 dakika) ve farklı fırın sıcaklığı (230 °C'de 35 dakika ve 250 °C'de 25 dakika) uygulayarak pişirilen ekmeklerin kalite özellikleri ile fitat fosforu, fitik asit ve toplam fosfor miktarları saptanmıştır. Kepek katma oranı arttıkça hamurun reolojik özellikleri ve ekmeğin kalitesi olumsuz yönde etkilenmiştir. Ekmek örneklerinin kalite özelliklerine katılan maya oranının, uygulanan fermentasyon programının ve az da olsa fırın sıcaklığının etkisi görülmüştür. Örneklerdeki maya oranının artması, uzun fermentasyon programı uygulanması ve örneklerin düşük derecede uzun süre pişirilmesi ekmek kalite özellikleri üzerinde olumlu etki yaratmıştır. Kepek ilavesi ekmek örneklerinin fitat fosforu, fitik asit ve toplam fosfor miktarlarını etkilemiş ve kepek katma oranına bağlı olarak bu değerlerde artış meydana gelmiştir. Ekmeklerin fitat fosforu ve fitik asit miktarları, maya miktarı ve fermentasyon süresinin artışına bağlı olarak azalırken, toplam fosfor miktarlarında artış görülmüştür. Fırın sıcaklığındaki artış örneklerin toplam fosfor miktarını etkilememiş ancak fitat fosforu ve fitik asit miktarlarında azalmaya neden olmuştur. Proses sırasında örneklerin fitat fosforu ve fitik asit miktarlarında meydana gelen en fazla kayıpların fermentasyon süresinin artışına bağlı olarak gerçekleştiği tespit edilmiştir.

Ekim 2008, 105 sayfa

Anahtar Kelimeler : Kepekli ekmek, kalite özellikleri, fitik asit, fitat fosforu, toplam fosfor

ABSTRACT

Master Thesis

THE EFFECT OF BREAD MAKING PROCESS ON PHYTIC ACID CONTENT OF BRAN SUPPLEMENTED BREAD

Pınar ÇAY

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

Supervisor : Prof. Dr. Berrin ÖZKAYA

In this study, the quality characteristics and phytate phosphorus, phytic acid and total phosphorus amount of the breads baked by applying different baking temperature (35 minutes in 230 °C and 25 minutes in 250 °C) and different fermentation programmes (20-10-30 minutes and 30-30-50 minutes) and by adding bran in different ratios (0 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 % and 30 %) and yeast in different ratio (3% and 5%) to two different bread flour were determined. The rheologic properties of the dough and the quality of the bread were affected negatively due to the increased additional bran ratio. The effect of the ratio of the yeast that was added to the quality characteristics of the bread samples, of the applied fermentation programme and of the baking temperature; even not too much, was observed. Quality of the breads were affected positively by increasing amount of yeast, applying long fermentation programme and baking in low temperature for long time. Addition of bran affected the amounts of phytate phosphorus, phytic acid and total phosphorus of the bread samples and these values increased depending on the additional bran ratio. Although the amounts of phytate phosphorus and phytic acid of the breads were decreasing depending on the increase of fermentation time and yeast amount, the total phosphorus amounts were observed to be on increase. The rise of baking temperature did not affect the total phosphorus amounts, however it caused decrease for the amounts of the phytate phosphorus and phytic acid. It was found that during processing the greatest loss in phytate phosphorus and phytic acid amounts of the samples is found out to be depending on the increase of the fermentation time.

October 2008, 105 pages

Key Words: Bran bread, quality characteristics, phytic acid, phytate phosphorus, total phosphorus

TEŞEKKÜR

Çalışmamın tamamında gösterdiği ilgi, anlayış ve önerileri ile yardımlarını esirgemeyen, engin fikirleriyle yetişme ve gelişmeye katkıda bulunan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Berrin ÖZKAYA (Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü)' ya, araştırmam boyunca derin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım saygıdeğer hocam Sayın Prof. Dr. Hazım ÖZKAYA (Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü)' ya, çalışmam boyunca önemli katkılarda bulunan Sayın Yrd. Doç. Dr. Fikri GÖKPINAR (Gazi Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi İstatistik Bölümü)'a, çalışmamın tüm aşamalarında desteklerini yanımda hissettiğim Araş. Gör. Seçil TÜRKSOY ve Araş. Gör. Şule AKBAŞ'a, laboratuvar çalışmalarım sırasında yardımları için Araş. Gör. Özay MENTEŞ' e ve laborant Önder YALÇIN'a, ilgi ve fedakarlıkları ile her zaman yanımda olan tüm aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Pınar ÇAY

Ankara, Ekim 2008

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	3
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	19
3.1 Materyal.....	19
3.2 Yöntem.....	19
3.2.1 Kimyasal ve fizikokimyasal yöntemler.....	19
3.2.1.1 Rutubet miktarı tayini.....	19
3.2.1.2 Kül miktarı tayini.....	19
3.2.1.2 Protein miktarı tayini.....	19
3.2.1.3 Sedimentasyon değeri tayini.....	20
3.2.1.4 Yaş gluten (yaş öz) miktarı tayini.....	20
3.2.1.5 Kuru gluten miktarı tayini.....	20
3.2.1.6 Düşme sayısı (falling number) tayini.....	20
3.2.1.7 Fosfor miktarı tayini.....	20
3.2.1.8 Fitat fosforu ve fitik asit miktarı tayini.....	20
3.2.2 Reolojik testler.....	21
3.2.2.1 Farinograf araştırmaları.....	21
3.2.2.2 Ekstensograf araştırmaları.....	21
3.2.3 Ekmek örneklerinin hazırlanması.....	21
3.2.4 İstatistiksel değerlendirme.....	22
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	23
4.1 Un Örneklerinin Bazı Kimyasal ve Fizikokimyasal Özellikleri ile Kepek Örneğinin Bazı Kimyasal Özellikleri.....	23
4.2 Un ve Kepek Örneklerinin Fitat Fosforu, Fitik Asit ve Toplam Fosfor Miktarları.....	25

4.3 Kepek Katkılı Un Örneklerinin Farinogram Özellikleri.....	27
4.4 Kepek Katkılı Un Örneklerinin Ekstensogram Özellikleri.....	29
4.5 Kepekli Ekmeklerin Bazı Özellikleri	31
4.5.1 Ağırlık verimi.....	31
4.5.2 Hacim verimi ve spesifik hacim.....	43
4.5.3 Dallmann değeri.....	55
4.6 Kepekli Ekmeklerin Fitat Fosforu, Fitik Asit, Toplam Fosfor ve	
Toplam Fosforun Yüzdesi Olarak Fitat Fosforu Değerleri.....	62
4.6.1 Fitat fosforu miktarı.....	62
4.6.2 Fitik asit miktarı.....	75
4.6.3 Toplam fosfor miktarı.....	82
4.6.4 Toplam fosforun yüzdesi olarak fitat fosforu.....	89
5. SONUÇ.....	93
KAYNAKLAR.....	95
ÖZGEÇMİŞ.....	105

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1	a. Fitik asitin sandalye konformasyonu, b. Fitik asitin açık yapısı	3
Şekil 2.2	Fitik asitin Anderson modeli.....	4
Şekil 4.1	A ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 230 °C' de pişirilmiş ekmeklerin ağırlık verimleri.....	36
Şekil 4.2	A ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 250 °C' de pişirilmiş ekmeklerin ağırlık verimleri.....	36
Şekil 4.3	B ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 230 °C' de pişirilmiş ekmeklerin ağırlık verimleri.....	38
Şekil 4.4	B ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 250 °C' de pişirilmiş ekmeklerin ağırlık verimleri.....	38
Şekil 4.5	A ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 230 °C' de pişirilmiş ekmeklerin hacim verimleri.....	45
Şekil 4.6	A ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 230 °C' de pişirilmiş ekmeklerin spesifik hacimleri.....	45
Şekil 4.7	A ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 250 °C' de pişirilmiş ekmeklerin hacim verimleri.....	47
Şekil 4.8	A ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 250 °C' de pişirilmiş ekmeklerin spesifik hacimleri.....	47
Şekil 4.9	B ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 230 °C' de pişirilmiş ekmeklerin hacim verimleri.....	48
Şekil 4.10	B ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 230 °C' de pişirilmiş ekmeklerin spesifik hacimleri.....	48
Şekil 4.11	B ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 250 °C' de pişirilmiş ekmeklerin hacim verimleri.....	50
Şekil 4.12	B ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 250 °C' de pişirilmiş ekmeklerin spesifik hacimleri.....	50
Şekil 4.13	A ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 230°C' de pişirilmiş ekmeklerin Dallmann değerleri.....	56
Şekil 4.14	A ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 250°C' de pişirilmiş ekmeklerin Dallmann değerleri.....	56

Şekil 4.15	B ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 230°C’ de pişirilmiş ekmeklerin Dallmann değerleri.....	58
Şekil 4.16	B ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 250°C’ de pişirilmiş ekmeklerin Dallmann değerleri.....	58
Şekil 4.17	A ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 230°C’ de pişirilmiş ekmeklerin fitat fosforu miktarları.....	67
Şekil 4.18	A ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 250°C’ de pişirilmiş ekmeklerin fitat fosforu miktarları.....	67
Şekil 4.19	B ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 230°C’ de pişirilmiş ekmeklerin fitat fosforu miktarları.....	69
Şekil 4.20	B ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 250°C’ de pişirilmiş ekmeklerin fitat fosforu miktarları.....	69
Şekil 4.21	A ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 230°C’ de pişirilmiş ekmeklerin fitik asit miktarları	76
Şekil 4.22	A ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 250°C’ de pişirilmiş ekmeklerin fitik asit miktarları.....	76
Şekil 4.23	B ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 230°C’ de pişirilmiş ekmeklerin fitik asit miktarları.....	78
Şekil 4.24	B ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 250°C’ de pişirilmiş ekmeklerin fitik asit miktarları.....	78
Şekil 4.25	A ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 230°C’ de pişirilmiş ekmeklerin toplam fosfor miktarları.....	83
Şekil 4.26	A ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 250°C’ de pişirilmiş ekmeklerin toplam fosfor miktarları.....	83
Şekil 4.27	B ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 230°C’ de pişirilmiş ekmeklerin toplam fosfor miktarları.....	85
Şekil 4.28	B ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 250°C’ de pişirilmiş ekmeklerin toplam fosfor miktarları.....	85
Şekil 4.29	A ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 230°C’ de pişirilmiş ekmeklerde toplam fosforun %’ si olarak fitat fosforu.....	90
Şekil 4.30	A ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 250°C’ de pişirilmiş ekmeklerde toplam fosforun %’ si olarak fitat fosforu.....	90

Şekil4.31	B ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 230°C’ de pişirilmiş ekmeklerde toplam fosforun %’ si olarak fitat fosforu.....	92
Şekil 4.32	B ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 250°C’ de pişirilmiş ekmeklerde toplam fosforun %’ si olarak fitat fosforu.....	92

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1	Tahılların fitik asit içerikleri.....	5
Çizelge 2.2	Baklagillerin fitik asit içerikleri.....	6
Çizelge 2.3	Bazı tahıl ürünlerinin fitik asit içerikleri.....	7
Çizelge 2.4	Bazı tahılların farklı kısımlarındaki fitik asit miktarları.....	8
Çizelge 2.5	Un ekstraksiyonuna bağlı olarak unun fitik asit konsantrasyonu.....	16
Çizelge 4.1	Örneklerin bazı kimyasal ve fizikokimyasal özellikleri.....	24
Çizelge 4.2	Örneklerin fitat fosforu, fitik asit, toplam fosfor miktarları ve toplam fosforun %' si olarak fitat fosforu değerleri.....	26
Çizelge 4.3	Farklı oranlarda kepek katılmış un örneklerinin farinogram değerleri.....	28
Çizelge 4.4	Farklı oranlarda kepek katılmış un örneklerinin ekstensogram değerleri.....	30
Çizelge 4.5	A ununa farklı oranlarda kepek ve farklı oranlarda maya katılıp değişik fermentasyon programı uygulanmış ve 230°C' de 35 dakika pişirilmiş ekmeklerin bazı özellikleri.....	32
Çizelge 4.6	A ununa farklı oranlarda kepek ve farklı oranlarda maya katılıp değişik fermentasyon programı uygulanmış ve 250°C' de 25 dakika pişirilmiş ekmeklerin bazı özellikleri.....	33
Çizelge 4.7	B ununa farklı oranlarda kepek ve farklı oranlarda maya katılıp değişik fermentasyon programı uygulanmış ve 230°C' de 35 dakika pişirilmiş ekmeklerin bazı özellikleri.....	34
Çizelge 4.8	B ununa farklı oranlarda kepek ve farklı oranlarda maya katılıp değişik fermentasyon programı uygulanmış ve 250 °C' de 25 dakika pişirilmiş ekmeklerin bazı özellikleri.....	35
Çizelge 4.9	Kepek katkılı unlara farklı maya oranı ve farklı fermentasyon programı uygulanıp farklı fırın sıcaklığında pişirilerek elde edilen ekmek örneklerinin ağırlık verimi değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	40
Çizelge 4.10	Farklı unlardan elde edilen ekmek örneklerinin bazı özelliklerine ait ortalama değerler.....	41
Çizelge 4.11	Farklı oranlarda kepek katılarak elde edilen kepekli unlardan yapılan ekmeklerin bazı özelliklerinin ortalamalarına ait Duncan testi sonuçları.....	41
Çizelge 4.12	Farklı oranlarda maya katılarak yapılan ekmek örneklerinin bazı özelliklerine ait ortalama değerler.....	42
Çizelge 4.13	Farklı sürelerde fermentasyon programı uygulayarak yapılan ekmek örneklerinin bazı özelliklerine ait ortalama değerler.....	42
Çizelge 4.14	Farklı sıcaklıklarda pişirilerek elde edilen ekmek örneklerinin bazı özelliklerine ait ortalama değerler.....	43
Çizelge 4.15	Kepek katkılı unlara farklı maya oranı ve farklı fermentasyon programı uygulanıp farklı fırın sıcaklığında pişirilerek elde edilen örneklerinin hacim verimi değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	52

Çizelge 4.16	Kepek katkılı unlara farklı maya oranı ve farklı fermentasyon programı uygulanıp farklı fırın sıcaklığında pişirilerek elde edilen ekmek örneklerinin spesifik hacim değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	53
Çizelge 4.17	Kepek katkılı unlara farklı maya oranı ve farklı fermentasyon programı uygulanıp farklı fırın sıcaklığında pişirilerek elde edilen ekmek örneklerinin Dallmann değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	60
Çizelge 4.18	A ununa farklı oranlarda kepek ve farklı oranlarda maya katılıp değişik fermentasyon programı uygulanmış ve 230°C' de 35 dakika pişirilmiş ekmeklerin fitat fosforu, fitik asit, toplam fosfor miktarları ve toplam fosforun %' si olarak fitat fosforu değerleri.....	63
Çizelge 4.19	A ununa farklı oranlarda kepek ve farklı oranlarda maya katılıp değişik fermentasyon programı uygulanmış ve 250°C' de 25 dakika pişirilmiş ekmeklerin fitat fosforu, fitik asit, toplam fosfor miktarları ve toplam fosforun %' si olarak fitat fosforu değerleri.....	64
Çizelge 4.20	B ununa farklı oranlarda kepek ve farklı oranlarda maya katılıp değişik fermentasyon programı uygulanmış ve 230°C' de 35 dakika pişirilmiş ekmeklerin fitat fosforu, fitik asit, toplam fosfor miktarları ve toplam fosforun %' si olarak fitat fosforu değerleri.....	65
Çizelge 4.21	B ununa farklı oranlarda kepek ve farklı oranlarda maya katılıp değişik fermentasyon programı uygulanmış ve 250°C' de 25 dakika pişirilmiş ekmeklerin fitat fosforu, fitik asit, toplam fosfor miktarları ve toplam fosforun %' si olarak fitat fosforu değerleri.....	66
Çizelge 4.22	Kepek katkılı unlara farklı maya oranı ve farklı fermentasyon programı uygulanıp farklı fırın sıcaklığında pişirilerek elde edilen ekmek örneklerinin fitat fosforu değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	71
Çizelge 4.23	Farklı unlardan elde edilen ekmek örneklerinin ortalama fitat fosforu, fitik asit ve toplam fosfor değerleri.....	72
Çizelge 4.24	Farklı oranlarda kepek katılarak elde edilen kepekli unlardan yapılan ekmeklerin fitat fosforu, fitik asit ve toplam fosfor değerleri ortalamalarına ait Duncan testi sonuçları.....	72
Çizelge 4.25	Farklı oranlarda maya katılarak yapılan ekmek örneklerinin ortalama fitat fosforu, fitik asit ve toplam fosfor değerleri.....	73
Çizelge 4.26	Farklı sürelerde fermentasyon programı uygulayarak yapılan ekmek örneklerinin ortalama fitat fosforu, fitik asit ve toplam fosfor değerleri.....	74
Çizelge 4.27	Farklı sıcaklıklarda pişirilerek elde edilen ekmek örneklerinin ortalama fitat fosforu, fitik asit ve toplam fosfor değerleri.....	75
Çizelge 4.28	Kepek katkılı unlara farklı maya oranı ve farklı fermentasyon programı uygulanıp farklı fırın sıcaklığında pişirilerek elde edilen ekmek örneklerinin fitik asit değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	80
Çizelge 4.29	Kepek katkılı unlara farklı maya oranı ve farklı fermentasyon programı uygulanıp farklı fırın sıcaklığında pişirilerek elde edilen ekmek örneklerinin toplam fosfor değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	87

1. GİRİŞ

Pek çok ülkede olduğu gibi ülkemizde de insanların kalori, protein ve B grubu vitamin gereksinimlerinin karşılanmasında ekmeğin payı büyüktür. O nedenle ekmeğin besin değerini etkileyen tüm faktörler toplum sağlığı bakımından da önemlidir. Son yıllarda bitkisel ya da diyet lif oranı düşük gıda tüketiminin yaygın olduğu toplumlarda bir takım hastalıklar ortaya çıkmıştır (Toma and Curtis 1986, Lasztity and Lasztity 1990). Bunun sonucunda da lifçe zengin kepekli ekmek tüketimi yaygınlaşmaya başlamıştır. İlk bakışta kepekli ekmek tüketimi diyetteki lif oranını artırarak buna bağlı hastalık ve rahatsızlıkların önlenmesi bakımından olumlu görülmekte ise de kepekte fazlaca bulunan fitik asit nedeniyle de bazı beslenme bozukluklarına da yol açabilmektedir (Oberleas 1973, O' Dell 1979, Zhou and Erdman 1995). O nedenle günümüzde ekmeğin fitik asit miktarı ve bunu etkileyen faktörler oldukça ilgi çekici hale gelmiştir.

Fitik asit tahıllar başta olmak üzere baklagiller, kabuklu meyveler, bazı kök ve yumru bitkilerde bulunan, bitkideki fosforun depo formu olan bir bileşiktir (Lasztity and Lasztity 1990). Bitki fizyolojisi bakımından önemi ortaya konulmuş olan bu bileşiğin insan sağlığı açısından da olumlu ve olumsuz etkileri tartışılmaya başlanmıştır. Fitik asidin doğal bir antioksidan olması yanında çelat etkisi ile vücuttaki aşırı Fe yükünü azaltmak suretiyle kolon kanserine yakalanma riskini azalttığı (Harland and Morris 1995, Talamond *et al.* 1998) ayrıca vücuttaki kalsiyumun fazlasını bağlayarak da böbrek taşı oluşumunu engellediği iddia edilmektedir (Ohkawa *et al.* 1984, Zhou and Erdman 1995, March *et al.* 1998, Grases *et al.* 2000, March *et al.* 2001, Grases *et al.* 2004). Buna karşılık fitik asit Fe, Zn, Mn gibi bazı esansiyel minerallerle kompleks oluşturarak, ayrıca protein ve amino asitlerle interaksiyona girerek bir takım beslenme bozukluklarına da yol açabilmektedir (Zhou and Erdman 1995, Egli *et al.* 2002, Hurrell 2004).

Son yıllarda diyeti lifçe zenginleştirmek amacıyla ekmeğe ve diğer gıdalara katılan buğday kepeğinin ekmeğin fitik asit miktarını ne oranda etkilediği ve bunun proses koşulları ile ne kadar değiştiği gibi konular gündeme gelmiştir. Bu konuların tam olarak

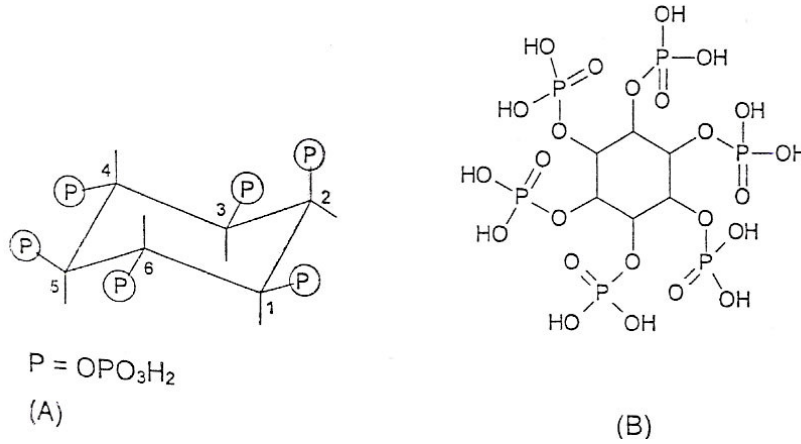
açıklığa kavuşturulmasından sonra kuşkusuz kepekli ekmeklerin sağlık açısından önemleri daha iyi anlaşılmış olacaktır.

Bu çalışmada farklı oranlarda buğday kepeği katılarak elde edilen unlardan farklı oranlarda maya katılıp farklı fermentasyon programları ve farklı pişirme sıcaklıkları uygulayarak yapılan ekmeklerin fitik asit miktarlarındaki değişimler araştırılmıştır. Böylece proses koşullarının ülkemizde tüketimi giderek yaygınlaşan kepekli ekmeğin beslenme kalitesi üzerindeki önemi ortaya konulmuş olacaktır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Fitik Asitin Yapısı

Fitik asit, sikloheksanın hekzafosforik esteri olup kimyasal açılımı myo-inositol 1,2,3,4,5,6 hezakis-dihidrojen fosfattır ve InsP_6 ya da IP_6 şeklinde de gösterilmektedir (Febles *et al.* 2002). Fitik asit her bir karbon atomuna altı tane fosfat grubunun bağlanmasıyla oluşan basit halkalı bir hidrokarbondur (Xu *et al.* 1992, Oatway *et al.* 2001, Viskari and Colyer 2002). pH 0.5-9.0 aralığında ikinci pozisyonda bulunan karbona bir fosfat grubu eksenel pozisyondan, diğer beş fosfat grubu da ekvatoryal pozisyondan bağlanarak yapıyı sterik olarak kararlı hale getirmektedir (Şekil 2.1) (Shamsuddin 2002).

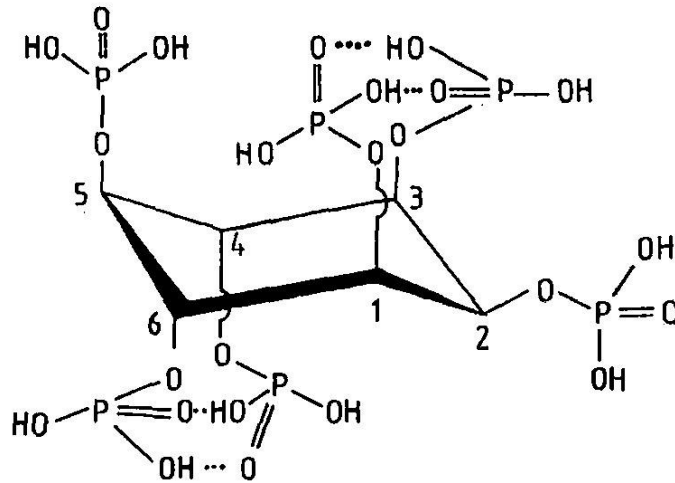


Şekil 2.1.a. Fitik asitin sandalye konformasyonu, b. Fitik asitin açık yapısı

Fitik asitin kimyasal yapısı hakkındaki çalışmalar 1855 yılında başlamıştır. Fitik asitin tanınması ise 1856 yılında Hartig adlı araştırmacının çeşitli bitkisel tohumlardan, bitkinin büyümesinde depo işlevi gördüğü düşünülen küçük partikülleri izole etmesi ile olmuştur. Araştırmacı bu partiküllerin nişasta olmadığını ancak tohumun gelişmesinde önemli rolü olduğunu bildirmiştir. 1872 yılında Pfeffer, fitatı ilk kez bitki tohumlarından izole etmiş ve kalsiyum, magnezyum ve fosfor içeren ancak azot içermeyen organik bir kompleks olduğunu belirtmiştir (Reddy *et al.* 1982).

Fitik asitin kimyasal yapısı üzerine pek çok model öne sürülmüştür. Fitik asitin bugünkü modeline temel oluşturan ilk model 1996 yılında Suzuki ve arkadaşları tarafından bildirilmiştir. Araştırmacılar fitik asitin inositolün hekzafosfat esteri olduğunu ifade etmişlerdir. 1908 yılında Starkenstein fitik asitteki fosforun pirofosfat formunda bulunduğu görüşünü savunmuştur. Tüm bu bilgiler 1908 yılında Neuberg tarafından belirtilen pirofosfat ester formülüne ve 1914 yılında Anderson tarafından öne sürülen hekzaortafosfat yapısına zemin oluşturmuştur (Lasztity and Lasztity 1990). Bu iki yapı arasında fosfat gruplarının izomerik konformasyonu ve yapıda sıkı bağlı su moleküllerinin bulunup bulunmaması bakımından farklılıklar görülmektedir (Reddy *et al.* 1982).

Anderson yapısına göre basit bir şeker olan myo-inositol, altı molekül fosforik asitle kombine olmuştur (Şekil 2.2) (Reddy *et al.* 1982). Bu yapı reaktif fosfat gruplarının çokluğundan dolayı kendi fosfat gruplarından bir katyonla, bir molekülün iki fosfat grubu arasında veya farklı fitik asit moleküllerinin fosfat grupları arasında kompleks oluşturabilmektedir (Cheryan 1980).



Şekil 2.2 Fitik asitin Anderson modeli

Fitik Asit Kaynakları

Tahıl tanelerinin olgunlaşması sırasında oluşan fitik asit olgunlaşma periyodu boyunca tanede nişasta, yağ gibi diğer depo maddeleri ile birlikte hızla birikmektedir (Zhou and Erdman 1995).

Fitik asit muz, turuncgil meyveleri, marul, mantar, soğan ve erikte bulunmazken, enginar, incir, patates ve çilekte orta düzeyde tespit edilmiştir (Harland and Harland 1980). Sert kabuklu yemişler, baklagiller ve tahıllardaki fitik asit miktarı ise oldukça yüksektir (Febles *et al.* 2002).

Tahıllarda tane ağırlığının yaklaşık olarak % 1-2' sini fitik asit oluşturmakta ve bu oran bazen % 3-6' ya kadar çıkabilmektedir (Febles *et al.* 2002). Tahıllar yaklaşık % 1.5-2.5 oranlarında mineral içermekte ve bunların içinde en yüksek konsantrasyonda bulunan mineralin fosfor olduğu belirtilmektedir (Bock 2000). Buğday, çavdar ve yulaf fosfor açısından zengin kaynaklar olarak (200-1200 mg/100g) değerlendirilirken arpada fosfor içeriği (100-200 mg/100g) daha düşüktür (Charlton *et al.* 2007).

Tahılların fitik asit içerikleri Çizelge 2.1' de (Chang 1967, O'Dell *et al.* 1972, De Bolond *et al.* 1975, Lolas *et al.* 1976, Singh and Reddy 1977, Reddy *et al.* 1982), baklagillerin fitik asit içerikleri ise Çizelge 2.2' de verilmiştir (Reddy *et al.* 1982).

Çizelge 2.1 Tahılların fitik asit içerikleri (mg/ 100g)

Tahıl	Fitik Asit
Buğday (sert)	840
Buğday (yumuşak.)	1140
Pirinç	890
Mısır	890
Tritikale	500-1890
Çavdar	970
Arpa	970-1160
Yulaf	790-1010

Çizelge 2.2 Baklagillerin fitik asit içerikleri (%)

Baklagil	Fitik Asit
Yer fıstığı	1.70
Nohut	0.28
Soya Fasulyesi	1.00-1.47
Fasulye	0.74-2.10
Bezelye	1.20
Bakla	1.80
Börülce	0.44

Tahıllardaki fitik asit, tanede bulunan toplam fosforun % 65-85' lik kısmını oluşturmaktadır (Raboy 1997). Tahıl tanesindeki toplam fosfor konsantrasyonu 3.0 mg/g ile 4.0 mg/g arasında, fitik asit konsantrasyonu ise 2.0 mg/g ile 3.0 mg/g arasında değişmektedir.

Tahıl ürünlerinin fitat içerikleri ekstraksiyon oranına, fermentasyon ve pişirme işlemlerine bağlı olarak değiştiği gibi kullanılan hammadde de fitat içeriğini etkilemektedir. Tam buğday unu ekmeği, yulaf gevreği ve benzeri ürünler daha yüksek oranlarda, beyaz ekmek ise daha düşük oranlarda fitik asit içermektedir. Bazı tahıl ürünlerine ait fitik asit içerikleri Çizelge 2.3' de verilmiştir (Lazstity and Lazstity 1990).

Çizelge 2.3 Bazı tahıl ürünlerinin fitik asit içerikleri (%)

Ürün	Fitik Asit Miktarı
Sert kırmızı buğday kepeği	6.68
Yumuşak beyaz buğday kepeği	5.03
Durum buğdayı kepeği	2.80
Tam buğday unu ekmeği	0.56
Beyaz ekmek	0.03
Çavdar ekmeği	0.41
Mısır ekmeği	1.36
Kraker	0.37-0.58
Bisküvi	0.11-1.05
Buğday gluteni	2.13

Fitik Asitin Tane İçindeki Dağılımı

Fitik asit tahıl, yağlı tohum ve baklagiller gibi pek çok bitki tohumlarında kuru ağırlığın % 1-3' lük kısmını oluşturmaktadır. Bu ürünlerdeki fitik asit fosforu toplam fosforun yaklaşık olarak % 60-90' lık kısmını, köklerdeki fitik asit fosforu ise toplam fosforun yalnızca % 21-25' lik kısmını oluşturmaktadır (Cosgrove 1980, Graf 1983, Graf and Eaton 1990, Oatway *et al.* 2001, Ockenden *et al.* 2004).

Fitatlar, baklagil ve yağlı tohumlardaki veya tahıl tanelerinin kepeğindeki protein gruplarının içinde kristal globoidler halinde bulunmaktadır (Reddy *et al.* 1982, Challa *et al.* 1997, Lott *et al.* 2002). Fitik asit tane içerisinde düzgün dağılım göstermemekte, tanenin alöron tabakasında daha fazla, embriyoda ise daha az miktarda bulunmaktadır (Angel *et al.* 2003). Genellikle birçok bitki türünde fitik asitin % 90' ı alöron tabakasında ve % 10' u embriyoda toplanmıştır. Buğday ve pirinç tanelerinin endospermide hemen hemen fitik asit yoktur. Fitik asit bu tanelerin kepek ve rüşeym tabakalarında yoğunlaşmıştır (Graf and Eaton 1990, Garcia-Estapa *et al.* 1999). Mısırdaki ise fitik asitin % 88'i rüşeymde bulunmaktadır (Ogawa *et al.* 1979, Reddy *et al.* 1982).

Bazı tahılların morfolojik açıdan farklı kısımlarındaki fitik asit miktarları Çizelge 2.4’de verilmiştir (O’Dell *et al.* 1972).

Çizelge 2.4 Bazı tahılların farklı kısımlarındaki fitik asit miktarları (%)

Çeşit	Endosperm	Rüşeym	Alöron
Buğday (sert)	0.001-0.01	0.86-1.35	0.91-1.42
Buğday (yumuşak)	0.001	1.10	1.16
Mısır (sarı diş)	0.01-0.03	0.72-1.78	0.05-0.39
Pirinç (esmer)	0.004	0.98	0.95

Kırmızı renkli buğdayların kabuk kısmındaki fitik asit miktarının beyaz renkli buğdaylara göre daha fazla olduğu belirtilmektedir. Ayrıca sert buğdayların da yumuşak buğdaylara göre daha fazla miktarda fitik asit içerdiği ifade edilmiştir (O’Dell *et al.* 1972, Reddy 1976, Chang *et al.* 1977).

Fitik Asitin Sağlık Açısından Önemi

Besinsel lifin sağlık açısından önemi giderek arttığı için farklı tahıl tanelerinden elde edilen kepek tüketimi ve buna paralel olarak vücuda alınan fitik asit miktarı da giderek artmaktadır. Besinsel lif içeriği düşük diyetler, kabızlık, obezite, kolorektal kanser, koroner kalp hastalıkları ve Tip II diyabet gibi pek çok hastalığa neden olmaktadır (Katina *et al.* 2006). Bunun aksine tahıl liflerince zengin olan diyetler, diyabet ve kardiyovasküler hastalık riskini azaltmaktadırlar (Weickert *et al.* 2005). Örneğin kepekli un lif, mineral, vitamin ve birçok fitokimyasal (fenolik bileşikler, steroller, tokoferoller, tokotrienoller, fitik asit vb.) açısından zengindir ve bu nedenle insan sağlığı açısından yararlıdır (Katina *et al.* 2005). Çünkü fitat türevi olan myo-inositol fosfatlar kolon kanseri, ateroskleroz, nöral doku ve koroner kalp hastalıklarına karşı koruyucudur (Reale *et al.* 2004). Diğer taraftan selüloz, hemiselüloz, pektin, diğer polisakkaritler ve lignin gibi besinsel lif içeriği yüksek gıdalar mineral elementlerle çözünmez bileşikler oluşturarak bu elementlerin biyoyararlılığını azaltmaktadırlar. Tahıllarda bu negatif etki besinsel lifin bir parçası olan fitik asitten kaynaklanmaktadır (Rendleman 1982, Persson *et al.* 1991, Idouraine *et al.* 1996). Fitik asit divalent metal iyonlarıyla

çözünmez bileşikler (fitat) oluşturarak minerallerin çözünürlük, fonksiyon, sindirilebilirlik ve absorpsiyonu üzerinde olumsuz etki yarattığı için antinütrisyonel madde olarak değerlendirilmektedir (Persson *et al.* 1998, Bilgiçli vd. 2006, Greiner and Konietzny 2006). Bu nedenle beslenmeleri başlıca tahıl ve baklagile dayalı olan toplumlarda demir ve çinko yetersizliğinin neden olduğu sağlık sorunları görülmektedir (Raboy 2001). İnsan ve hayvan sağlığı üzerindeki bu etkilerinden dolayı fitik asit üzerine yoğunlaşan ilgi giderek artmaktadır (Hameed and Mahmood 2005).

Besinsel antioksidanlar oksidatif dengenin korunmasında önemli rol oynamaktadır (Schwedhelm *et al.* 2003). Fitik asitin doğal bir antioksidan olarak fonksiyonu ilk olarak Graf *et al.* (1984) tarafından ifade edilmiştir. Fitik asitin antioksidan etkisi çelat oluşturabilmesi ve birçok divalent metal iyonunun katalitik aktivitesini düşürmesinden kaynaklanmaktadır (Thompson and Zhang 1991, Thompson 1993). Fitat, antioksidan özelliğinden dolayı demir ile güçlü çelat oluşturmakta ve böylece OH oluşumunu engelleyerek demiri bağlamaktadır (Graf and Eaton 1990, Shamsuddin 2002, Obata 2003, Muraoka and Miura 2004). Fitat / demir molar oranları 0.25 ve üzerinde olduğunda Fenton reaksiyonlarıyla hidroksil radikalleri oluşumu hemen hemen tümüyle önlenmektedir (Graf *et al.* 1987). Dolayısıyla fitik asitin demir ile çelat oluşturması serbest radikallerin, aktif oksijen türlerinin ve lipid peroksidasyonu, protein ve DNA'da hasar oluşumunu engellemektedir (Graf and Eaton 1990, Zhou and Erdman 1995, Plaami 1997, Minihaane and Rimbach 2002, Shamsuddin 2002, Obata 2003, Muraoko and Miura 2004). Fitik asitin antioksidan özelliği aynı zamanda inositol halkasına bağlı olan fosfat gruplarının sayısına göre de değişebilmektedir. Fitik asit sindirim sırasında hidroliz olduğu için Miyomoto *et al.* (2000), hidroliz ürünlerinin (IP2, IP3, IP4, IP5) lipozomal membrandaki lipid peroksidasyonunu önleyip önlemediğini araştırmışlardır. Araştırma sonuçları üç ya da daha çok fosfat grubu içeren hidroliz ürünlerinin demirle uyarılmış lipid peroksidasyonunu inhibe edebildiğini göstermiştir. Midorikawa *et al.* (2001), fitik asitin oksidatif DNA parçalanmasını önleyebildiği potansiyel mekanizmaları araştırmışlar ve fitik asitin demir ve bakır gibi geçiş metallerle çelat oluşturarak H₂O₂'den reaktif oksijen türlerinin oluşumunu engelleyerek antioksidan olarak görev yaptığını belirtmişlerdir.

Normal idrarın içeriğinde bulunan özellikle ürik asit ve kalsiyum gibi maddeler kristalleşerek böbrek içinde taş olarak adlandırılan yapıları oluşturmaktadır. Böbrek taşlarının yaklaşık olarak % 70-80' i kalsiyum oksalat veya kalsiyum fosfattan, ya da her ikisinin bileşiminden oluşmaktadır. Kalsiyumun fazlası idrar yolu ile vücuttan uzaklaştırılır. Böbrek taşları da idrarda aşırı kalsiyum bulunan kişilerde oluşmaktadır. Fitik asit vücuttaki fazla miktardaki kalsiyumla kompleks oluşturarak böbrek taşı oluşumunu engellemektedir (Ohkawa *et al.* 1984, Zhou and Erdman 1995, March *et al.* 1998, Grases *et al.* 2000, March *et al.* 2001, Grases *et al.* 2004). Yapılan bir araştırmaya göre 7 gün süreyle 16 g buğday kepeği tüketimi sonucunda kalsiyum absorpsiyonunun azaldığı belirtilmiştir (Sandberg *et al.* 1982, Toma and Curtis 1986).

Vücutlarında aşırı demir yüklü insan ve hayvanların kolon ve diğer kanser türlerine yakalanma riskinin arttığı görülmüştür (Talamond *et al.* 1998). Yapılan araştırmalara göre fitik asitin in vitro hücrelerde, fare, sıçan ve domuzlarda kanser oluşumuna karşı koruyucu etki gösterdiği belirtilmektedir (Harland and Morris 1995). Fitik asitin çelat oluşturma özelliğinin kolondaki demir oksidasyonunu baskılayarak kolon kanser riskini azalttığı ileri sürülmektedir (Graf *et al.* 1987, Shamsuddin 1992, Graf and Eaton 1993). Fitik asit kanser gelişiminin başlama evrelerinde etkili olmaktadır. In vivo şartlar altında yapılan çalışmalar fitik asitin insandaki kanser hücrelerinin gelişimini inhibe ettiğini göstermektedir (Shamsuddin *et al.* 1997, Vucenick *et al.* 1998). Ayrıca fitik asitin kemoterapide de etkili olduğu belirtilmektedir (Shamsuddin 1999, Reale *et al.* 2004).

Mineral biyoyararışlılığı, absorbe edilebilen ve vücutta kullanılabilen mineral oranı olarak tanımlanmaktadır (Larsson *et al.* 1997, Lestienne *et al.* 2005). Çözünürlükleri, bağırsak pH' sı ve besinsel faktörler minerallerin biyoyararışlılığını etkilemektedir (Larsson *et al.* 1997). Mineral yararışlılığına en çok etki eden faktör lif kaynağıdır (Olivares *et al.* 2001). Lif içeriği yüksek olan tahıl çeşitlerinin mineral yararışlılıklarının zayıf olması lif kaynağındaki mineral ve elektrolitlerin bağlanmasından kaynaklanmaktadır. Idouraine *et al.* (1996) tarafından yapılan bir çalışmada pirinç ve yulaf kepeğiyle kıyaslandığında buğday kepeğinin daha çok çinko, kalsiyum ve magnezyum bağladığı, bununla beraber diğer lif kaynaklarına göre yulaf kepeğinin daha çok bakır bağladığı tespit edilmiştir

İntestinal koşullarda fitik asit ya da fitat, esansiyel minerallerin absorpsiyonunu azaltan presipite bileşikleri oluşturduğu için antinütrisyonel madde olarak değerlendirilmektedir (Greiner and Konietzny 2006). Fitik asitin antinütrisyonel etkisi başta demir, kalsiyum, magnezyum ve çinko gibi bivalent katyonlar olmak üzere minerallerin biyoyarayırlılığında ve absorpsiyonunda azalmaya neden olduğu şeklinde belirtilmiştir (Pointillart and Gueguen 1992, Ylva *et al.* 1998, Ekholm *et al.* 2003, Hurrell *et al.* 2004). Çok düşük fitat seviyelerinde bile demir absorpsiyonunda azalma görülmüştür (Nielsen *et al.* 2007).

Bir gıdadaki fitik asitin çinkoya molar oranı çinkonun biyoyarayırlılığını gösteren önemli bir faktördür (Morris and Ellis 1989). 15:1 ve üzerindeki molar oranı çinkonun absorpsiyonunu azaltmakta ve çinko yetersizliğine neden olmaktadır (Lopez *et al.* 2002).

Yapılan bir çalışmada mineral fitat komplekslerinin stabilitesi şu şekilde verilmiştir: $\text{Cu}^{+2} > \text{Zn}^{+2} > \text{Co}^{+2} > \text{Mn}^{+2} > \text{Fe}^{+2} > \text{Ca}^{+2}$. Mineral komplekslerinin stabilitesi inositol halkasındaki fosfat gruplarının sayısına bağlıdır. Fitik asitin hidroliz ürünlerinden olan hekza inositol (IP6) ve penta inositol fosfat (IP5) demir ve çinko absorpsiyonunu inhibe etmektedir (Nielsen *et al.* 2007). IP4, IP3, IP2 ve mono fosfat gibi diğer hidroliz ürünleri ise minerallerle zayıf kompleksler oluşturmaktadır (Weaver and Kannan 2002). İnositol fosfat-mineral komplekslerinin çoğu düşük pH değerlerinde ($\text{pH} < 3.5$) çözünmektedir (Nielsen *et al.* 2007). Bu nedenle çözünürlükleri gastrointestinal bölgedeki pH seviyesinde çok zayıftır ve bu durum Fe^{+2} , Zn^{+2} , Ca^{+2} , Cu^{+2} gibi minerallerin biyoyarayırlılığını azaltmaktadır (Torre *et al.* 1991). İnositol tetra fosfat (IP4) ve inositol tri fosfatın (IP3) mineral elementlerle birleşme eğilimi inositol hekza fosfata (IP6) göre daha düşükken metallerle oluşturduğu bileşiklerin çözünürlükleri ise daha yüksektir (Persson *et al.* 1998).

Çinko ve demir seviyelerini artırarak veya antinütrisyonel öğelerin içeriğini düşürerek temel gıdaların mikro besin kalitelerini geliştirmek amacıyla gübreleme (Rengel *et al.* 1999), bitki ıslahı (Graham *et al.* 1999) ve genetik mühendisliği (Hurrell 2001) teknikleri kullanılmaktadır. Ayrıca fitat ve minerallerin biyoyarayırlılıklarını artırmak

amacıyla endojen fitazı aktive etmek için tahıllara ön işlem uygulamak, fitik asitin biyosentezini engellemek için mutasyon, mikrobiyal fitaz üretimi için kültür bitkilerinin dönüşümü teknikleri de uygulanmaktadır (Brinch-Pedersson *et al.* 2002). Mısır, arpa, buğday gibi temel besin ürünleri için mevcut olan düşük fitat mutantları insanların mineral beslenmeleri için yararlı olmaktadır (Rasmussen and Hatzack 1998, Lott *et al.* 2000, Dorsch *et al.* 2003, Guttieri *et al.* 2004).

Fitik asit, yapısında bulunan protonlar sayesinde çok değerlikli katyonlar ve pozitif yüklü proteinlerle kompleks oluşturmaktadır (Tsao *et al.* 1997). Fitat-protein komplekslerin çoğu çözünmezdir ve normal fizyolojik şartlarda biyolojik olarak yararlı değildir. Protein-fitik asit interaksyonu pH seviyesine bağlıdır. Fitat-protein interaksyon mekanizmaları farklı pH aralıklarında (pH<5, pH 5-7, pH>7) farklılık göstermektedir (Cheryan 1980). Düşük pH değerlerinde proteinlerin çoğu pozitif, fitik asit ise negatif yüklüdür ve güçlü elektrostatik çekimin sonucu olarak protein-fitik asit interaksyonu oluşmakta ve proteinlerin çökmesine neden olmaktadır. Yüksek pH seviyelerinde bu interaksyon azalmakta ve fitat-protein kompleksinin oluşması için kalsiyum gibi çok değerlikli katyonlar gerekmektedir (Okubo *et al.* 1975). Çünkü çok değerlikli katyonlar nötral pH seviyelerinde proteinlerle fitik asit arasında bağ oluşumunu kolaylaştırmaktadır. Ayrıca fitik asit-protein interaksyonu su ilavesi, ısı işlem, enzim uygulaması gibi işlemler tarafından da etkilenmektedir (Lasztity and Lasztity 1990).

Fitaz Aktivitesi

Fitik asit depolama, fermentasyon, çimlenme, gıda işleme ve bağırsaktaki sindirim sırasında enzimatik ya da kimyasal olarak hidroliz olmakta ve inositol penta (IP5), tetra (IP4), tri (IP3), di- ve mono fosfat gibi inositol fosfatlara dönüşmektedir (Burbano *et al.* 1995). Bu arada enzim aktivitesine bağlı olarak serbest inorganik fosfor da oluşmaktadır (Nielsen *et al.* 2007).

Fitaz [myo-inositol heksakis (dihidrojen fosfat) fosfohidrolaz, E.C. 3.1.3.8], fitik asitin myo-inositol ve fosforik asite hidrolizini kataliz ederek antinütrisyonel etkisini düşüren

bir fosfomonoesterazdır (Vats and Banerjee 2004). Uluslararası sınıflandırmada inositol halkasındaki hidroliz olan ilk fosfatın pozisyonuna göre 3-fitaz (E.C. 3.1.3.8) ve 6-fitaz (E.C. 3.1.3.26) olarak iki tür fitaz belirtilmiştir. 3-fitaz enzimi 3. pozisyonunda fitik asit defosforilasyonunu başlatmakta ve bunun sonucunda 1, 2, 4, 5, 6-pentakis fosfat ve inorganik fosfat ürünleri; 6-fitaz enzimi ise 6. pozisyonunda fitik asit defosforilasyonunu başlatmakta ve 1, 2, 3, 4, 5-pentakis fosfat ve inorganik fosfat ürünleri oluşturmaktadır. Ayrıca 3-fitaz enzimi mikrobiyal kaynaklı iken 6-fitaz enzimi bitkiler tarafından sentez edilmektedir (Nielsen *et al.* 2007).

Endojen fitazlar tanenin yapısında doğal olarak bulunurken, ekzojen fitazlar mikrobiyal ya da maya kaynaklıdır (Harland and Morris 1995). Endojen fitaz, fitik asitin myo-inositol ve inorganik fosfata hidrolizini katalize ederek antinütrisyonel etkisini düşürmektedir (Gobbetti *et al.* 2005). Çünkü hidroliz sonucu oluşan fosfatların mineral bağlama kapasiteleri azalmakta ve böylelikle minerallerin biyoyararışlılığı artmaktadır (Harland and Frølich 1989).

Tahıl fitazı, farklı aktivitelere olmak üzere tüm işlenmemiş tahıl tanelerinde bulunmaktadır. Fitaz ilk olarak pirinç kepeğinden, sonra tritikale (Singh and Sedeh 1979), buğday (Preece and Gray 1962), mısır (Chang 1967), arpa (Preece and Gray 1962), pirinç (Yoshida *et al.* 1975) taneleri, bazı baklagiller ve hayvansal kaynaklardan izole edilmiştir. Çavdar tanesindeki fitaz aktivitesinin diğer tahıllara kıyasla daha çok olduğu belirtilmiştir (Nielsen *et al.* 2007). Doğal fitaz aktivitesi tahıl ve tahıl ürünlerinde yüksek, baklagil tohumlarında düşük seviyelerde bulunmuştur (Eeckhout and De Paepe 1994, Viveros *et al.* 2000, Zimmermann *et al.* 2002). Tahıllar içerisinde de çavdar ve buğdayda yüksek, mısır, darı, yulaf ve sorgum tanelerinde ise düşük fitaz aktivitesi görülmüştür (Bartnik and Szafranska 1987, Scott 1991, Egli *et al.* 2002).

Fitazlar bakteri, küf, maya ve bitkiler tarafından üretilmekte olup en yüksek fitaz aktivitesinin *Aspergillus* türlerinden elde edildiği bildirilmiştir (Shieh and Ware 1968, Howson and Davies 1983, Liu *et al.* 1998, Pandey *et al.* 2001). Bitki çeşitleri (Barrier-Guillot *et al.* 1996, Cossa *et al.* 2000), yetiştirme koşulları ya da hasat zamanı

(Cossa *et al.* 2000) gibi genetik ve çevresel faktörlere bağılı olarak fitaz aktivitesi bakımından büyük farklılıklar bulunmaktadır.

Fitaz aktivitesi pH değerine bağılı olarak değişmektedir. Mikrobiyal fitazların aktiviteleri pH 2-6 arasında en yüksekken, bitkisel fitazların aktiviteleri için optimum değer pH 5 olarak belirtilmiştir. Fretzdorff ve Brümmer (1992) tarafından buğday ve çavdar hamurundaki fitat hidrolizi için optimum pH değeri 4.5 olarak belirtilmiştir. Fitaz aktivitesi için optimum sıcaklık, kaynağına göre değişmekle beraber 45-60 °C aralığındadır. Buğday unundan yapılan hamurda fitik asit hidrolizi için optimum sıcaklığın 55 °C olduğu belirtilmiştir. 2 saat sonra fitik asitin % 80' inin, 4 saat sonra % 95' inden fazlasının hidroliz olduğu görülmüştür. Ancak 55 °C' den yüksek sıcaklıklarda fitaz enzimi inaktive olduğu için fitik asit hidrolizi oldukça düşmektedir (Fretzdorff and Brümmer 1992).

Tanede fitazın temel fonksiyonu, çimlenmenin ilk safhalarında fitattan inorganik fosfat sağlamaktır (Frølich *et al.* 1988). Tanedeki fitaz ısılatma, çimlendirme ve fermentasyon uygulamaları gibi geleneksel gıda işleme metotlarıyla aktive edilebilmektedir (Gupta and Sehgal 1991, Marero *et al.* 1991, Svanberg *et al.* 1993, Sanni *et al.* 1999, Porres *et al.* 2001).

Buğday ununun hamura ve ekmeğe dönüşümü işlemlerinde, undaki fitaz fermentasyon sırasında aktif hale geçebilmekte ve böylece fitat içeriğini % 13-% 100 arasında düşürerek minerallerin biyoyararışlılığını artırmaktadır (Lopez *et al.* 2003). Fitaz aktivitesi un ekstraksiyonu, proofing süresi ve sıcaklığı, hamur asitliği, maya, hamura katılan enzimler ve kalsiyum tuzlarının varlığı gibi çeşitli faktörlerden etkilenmektedir (Türk and Sandberg 1992).

Bazı Teknolojik İşlemlerin Fitik Asit Konsantrasyonu Üzerine Etkileri

Islatma, fermentasyon, öğütme, kavurma ya da çimlendirme gibi pek çok işlemin tahıllardaki fitat içeriğini düşürdüğü görülmüştür (Garcia-Esteva *et al.* 1999, Hurrell *et al.* 2002, Temple *et al.* 2002, Fageer *et al.* 2004, Lestienne *et al.* 2005, Servi *et al.* 2008). Ayrıca ekmek üretimi sırasında kullanılan unun ekstraksiyon oranı, maya miktarı, hamur pH'sı, su içeriği, fermentasyon süresi, pişirme koşulları, Ca ve Mg tuzları ile sodyum bikarbonat ilavesi fitat hidrolizini etkilemektedir (Reddy and Sathe 2002). Fitat hidrolizi taneden (Türk *et al.* 1996), mayadan (Harland and Harland 1980, Türk *et al.* 1996) ya da fitaz katkılarından (Türk and Sandberg 1992, Haros *et al.* 2001, Porres *et al.* 2001) gelen fitaz miktarıyla belirlenmektedir. Unun hamura ve sonra da ekmeğe dönüşümü sırasında buğdayda bulunan fitaz aktivitesi sonucunda fitat içeriği azalmaktadır (Plaami 1997).

Tahıllardaki fitik asit miktarını etkileyen faktörlerden birisi öğütme işlemidir. Unun kimyasal kompozisyonu öğütme işlemiyle ayrılan kepek oranına bağlıdır. Buğdayın öğütülmesiyle kepek uzaklaştırılmakta ve böylelikle fitik asit içeriği % 90' a varan oranda düşmektedir (Reddy *et al.* 1982). Öğütme teknolojisinde unun fitik asit içeriği kül miktarı ve ekstraksiyon oranı ile ilişkilidir (Fretzdorff and Weipert 1986). Ekstraksiyon oranı arttıkça undaki fitik asit miktarı da artmaktadır (Çizelge 2.5)(Oberleas 1973, O'Dell 1979, Fretzdorff and Brümmer 1992, Harland and Narula 1999, Türksoy ve Özkaya 2006). Düşük ekstraksiyonlu beyaz un daha çok endospermden oluşurken yüksek ekstraksiyonlu un yüksek miktarlarda kepek içermektedir. Tahıllarda fitik asit tanenin spesifik bölgelerinde yoğunlaştığından mekanik işlemlerle fitik asit içeren kısımlar tanenin diğer kısımlarından ayrılmaktadır. Örneğin buğday ve pirinçteki fitik asitin çoğu tanenin dış tabakalarında, mısırdakinin büyük kısmı rüşeymde yer aldığından öğütme, soyma, parlatma, rüşeym alma gibi işlemler ana ürünün fitik asit konsantrasyonunu etkili şekilde düşürmektedir (Cheryan 1980).

Çizelge 2.5 Un ekstraksiyonuna bağlı olarak unun fitik asit konsantrasyonu

Un ekstraksiyonu (%)	Fitik asit (mg/100g)
100	350
85	270
80	230
72	130

Hurrell *et al.* (2002) tarafından yapılan bir çalışmada buğday, pirinç ve mısır taneleri kullanılmış ve düşük ekstraksiyonlu buğday ürünlerinin fitik asit içeriğinin en düşük (yaklaşık 1.2 mg/g), yüksek ekstraksiyonlu olanların fitik asit miktarlarının ise en yüksek (yaklaşık 3.3 mg/g) olduğu tespit edilmiştir. Ekstrüde pirinç unu, ekstrüde mısır unu, düşük ve yüksek ekstraksiyonlu ekstrüde buğday unundaki fitik asit miktarları sırasıyla 1.74 mg/g, 3.35 mg/g ve 1.19 mg/g, 3.89 mg/g olarak bulunmuştur.

Suda ıslatma, çimlendirme ve ısıl işlem gibi uygulamalar antinütrisyonel faktörleri düşürmek için kullanılmaktadır. Islatma işlemi fitik asit içeriğini suda süzerek düşürmektedir (Tyagi and Verma 1997, Oloffs *et al.* 2000).

Piştirme ya da endüstriyel prosesler gibi geleneksel ısı uygulamalarının fitik asit kaybına neden olduğu belirtilmiştir. Yapılan bir çalışmada çapatinin pişirilmesi sonucu % 53 oranında fitik asit kaybı saptanmıştır (Khan *et al.* 1991). Ekstrüzyon piştirme prosesiyle çavdar (Fretzdorff and Weipert 1986), pirinç ve darıda (Dublish *et al.* 1988) % 10-30, börölcede (Ummadi *et al.* 1994) % 50 azalma görülmüştür. Farklı piştirme prosesleri sırasında belirtilen bu fitat kayıpları ısı veya enzimlerce parçalanma ile piştirme suyundaki fitik asit süzülmesinden kaynaklanmaktadır.

Isıl işlemin fitik asit üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada buğdaylara 10, 30 ve 60 dakika boyunca ısıl işlem uygulandığında sırasıyla % 5-7, % 18 ve % 29 fitik asit kaybının olduğu saptanmıştır (Zeb *et al.* 1996). Masud *et al.* (2007), buğdaylara sırasıyla 10, 30 ve 60 dakika boyunca ısıl işlem uygulamış ve bunların sonucunda sırasıyla % 14, % 19.6 ve % 30 fitik asit kaybı gözlemişlerdir. Kim and Paik (2003) tarafından yapılan benzer bir çalışmada ise buğdaylara 10 dakika boyunca uygulanan

ısıtıl işlemin (55 °C, 65 °C ve 75 °C) % 30 oranında fitik asit kaybına neden olduğu belirtilmiştir.

Mahgoub and Elhag (1998), ekstraksiyon, suda bekletme, maltlama, fermentasyon ve pişirme işlemlerinin sorgum ununun fitik asit içeriğindeki etkileri üzerine bir çalışma yapmışlardır. Buna göre, işlem görmemiş undaki fitik asit miktarıyla kıyaslandığında ekstraksiyon oranı % 80 olan unda % 37; 12 ve 24 saat suda bekletilen tanelerden elde edilen unlarda sırasıyla % 14.4 ve % 21.3; maltlanan tanelerden elde edilen unda % 86.4 ve pişirilen unda % 28.5 azalma olduğu belirtilmiştir.

Fitik asit azalması üzerine en çok etkili olan faktör fermentasyon prosesidir. Çünkü mikroorganizmalar tarafından üretilen organik asitler, sulu tahıl karışımının pH'sını fitaz aktivitesi için optimum seviyeye düşürmektedir (Harland and Harland 1980).

Sorgum ununun fitik asit içeriği üzerine fermentasyonun etkisinin incelendiği bir çalışmada fitik asit miktarı işlem görmemiş unda 283 mg/100g iken, 3 ve 12 saat fermentasyon sonucunda sırasıyla 203 mg/100g ve 121 mg/100g olarak saptanmıştır. Buna göre 12 saat fermentasyon sonucunda fitik asitteki düşüşün % 57 olduğu görülmektedir. (Mahgoub and Elhag 1998)

Mısırın 4 gün boyunca fermentasyona bırakılması sonucunda fitat fosforu miktarında azalma görüldüğü bildirilmiştir (Chompreeda and Fields 1981). Reddy ve Salunkhe (1980) tarafından yapılan bir çalışmada pirincin 8 saat fermentasyona bırakılması sonucunda fitat fosforu içeriğinin tamamen yok olduğu belirtilmiştir.

Qazi *et al.* (2003), tam buğday ekmeğindeki fitik asit miktarına fermentasyon süresi ve pişirmenin etkilerini incelemişlerdir. Kontrol ekmeğinin (mayasız ekmek) fitik asit miktarı 752.3 mg100g⁻¹ iken 15, 30 ve 45 dakika mayalanmış ekmeklerde bu değer sırasıyla 661.1 mg100g⁻¹, 510.8 mg100g⁻¹ ve 280.4 mg100g⁻¹ olarak saptanmıştır. Ortalama değerlere göre en yüksek fitik asit oranının mayasız ekmeklerde, en düşük fitik asit oranının ise 45 dakika fermente edilen ekmeklerde meydana geldiği ifade edilmektedir.

Lioger *et al.* (2007) tarafından yapılan bir çalışmada kepekli buğday ununda ve buğday kepeğindeki fitik asitin değişimi üzerine fermentasyonun etkisi araştırılmıştır. Buna göre buğday fraksiyonları hidrate olur olmaz fermentasyonun başından itibaren fitik asit içeriği düşmeye başlamıştır. 3 saat sonra kepekli buğday ununun fitik asit miktarında yaklaşık % 80 oranında azalma meydana gelmiştir. Kepekli buğday ununa göre buğday kepeğinin fermentasyonu sırasındaki fitik asit parçalanması daha yavaş olmuştur. 5 saatlik fermentasyondan sonra kepekli buğday ununda ve buğday kepeğindeki fitik asit parçalanması % 90'a yaklaşmıştır.

Yapılan çalışmalar sonucunda ekşi hamur fermentasyonunun (30 °C, 4 saat) tam buğday ununun fitik asit içeriğinde % 60 azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir (Lopez *et al.* 2003, Leenhardt *et al.* 2005).

Kadan and Phillippy (2007) tarafından yapılan bir çalışmada pirinç ekmeğindeki fitat parçalanması ve mineraller üzerine maya ve kepeğin etkisi araştırılmıştır. Buna göre kepek miktarının artırılması fitat parçalanmasında % 42' den % 10' a varan bir azalmaya neden olurken maya miktarı etki etmemiştir. Fitat miktarında meydana gelen azalmalar sırasıyla düşük, orta ve yüksek kepek içerikli ekmeklerde 2.03 µmol/g, 1.49 µmol/g ve 0.87 µmol/g olarak belirtilmiştir. Fitat parçalanması ile kepek miktarı arasındaki ters orantı, milimolar konsantrasyonlarda bile fitazı inhibe ettiği gösterilen mineral ve fitat gibi kepekte bulunan fitaz inhibitörlerinin varlığı ile açıklanabilmektedir (Konietzny and Greiner 2002). Fitatın aksine oluşan inorganik fosfat miktarı ise yüksek maya konsantrasyonu ile artmaktadır (Kadan and Phillippy 2007).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

Araştırmada materyal olarak ticari bir değirmenden temin edilen iki farklı özellikteki ekmeklik un (A ve B) ile buğday kepeği (kıрма sistemi yan ürünü) kullanılmıştır. Buğday kepeği temizlenip Falling Number AB Type 120 laboratuvar değirmeninde öğütülmüş ve unlara % 0, % 10, % 15, % 20, % 25 ve % 30 oranlarında karıştırılmıştır. Elde edilen bu karışımlar analizlerin yapılmasında ve ekmek örneklerinin hazırlanmasında kullanılmıştır.

3.2 Yöntem

3.2.1 Kimyasal ve fizikokimyasal yöntemler

3.2.1.1 Rutubet miktarı tayini

Örneklerin rutubet miktarları ICC (International Association for Cereal Science and Technology) Standart Metod No: 110-1 (Anonymous 1976)' ya göre tayin edilmiştir.

3.2.1.2 Kül miktarı tayini

Kül miktarı tayini ICC Standart Metod No: 104 (Anonymous 1990)' e göre tayin edilmiştir.

3.2.1.3 Protein miktarı tayini

Protein miktarı tayini, AACC (American Association of Cereal Chemistry) Approved Metod No. 46-12 (Anonymous 1990)' e göre yapılmıştır.

3.2.1.4 Sedimentasyon değeri tayini

Sedimentasyon değeri tayini, ICC Standart Metod No: 116 (Anonymous 1994)' ya göre tayin edilmiştir

3.2.1.5 Yaş gluten (yaş öz) miktarı tayini

Yaş gluten miktarı tayini, ICC Standart Metod No: 106 (Anonymous 1984)' ya göre yapılmıştır.

3.2.1.6 Kuru gluten miktarı tayini

Kuru gluten miktarı, elde edilen yaş glutenin, Glutork kurutucu aletinde 5 dakikada kurutulması sonrası desikatörde soğutulup tartılmasıyla belirlenmiştir (Özkaya ve Özkaya 2005).

3.2.1.7 Düşme sayısı (falling number) tayini

Düşme sayısı tayini, ICC Standart Metod No: 107 (Anonymous 1995)' e göre yapılmıştır.

3.2.1.8 Fosfor miktarı tayini

Örnekler kuru yakma yöntemine göre analize hazırlanmış (Özkaya ve Özkaya 2005) ve toplam fosfor miktarı Vanadomolibdofosforik sarı renk yöntemine göre Özkaya ve Özkaya (2005)' da belirtildiği gibi spektrofotometrik olarak tayin edilmiştir.

3.2.1.9 Fitat fosforu ve fitik asit tayini

Örneklerdeki fitik asidin 0.2 N HCl çözeltisi ile ekstrakte edildikten sonra belli miktardaki demir III çözeltisi ile muamele edilip çöktürülmesi ve serum kısmında kalan

demir miktarının spektrofotometrik yolla tayin edilmesi esasına dayalı bir yöntem kullanılmıştır (Tangkongchitr *et al.* 1981, Haug and Lantzsch 1983).

3.2.2 Reolojik testler

3.2.2.1 Farinograf araştırmaları

Örneklerin farinograf özellikleri tayininde ICC Standart Metod No: 115 (Anonymous 1992) esas alınmış, çizilen farinogramlar Bloksma (1971), Özkaya ve Özkaya (2005)' ya göre değerlendirilmiştir.

3.2.2.2 Ekstensograf araştırmaları

Örneklerin ekstensograf özellikleri tayininde ICC Standart Metod No: 114 (Anonymous 1992) kullanılmış ve ekstensogramlar Bloksma (1971), Özkaya ve Özkaya (2005)' da belirtilen kriterlere göre değerlendirilmiştir.

3.2.3 Ekmek örneklerinin hazırlanması

A ve B unlarına farklı oranlarda (% 0, % 10, % 15, % 20, % 25, % 30) kepek karıştırılarak elde edilen karışımlar, iki farklı maya oranı (% 3 ve % 5) ve iki farklı fermentasyon programı (20-10-30 dakika, 30-30-50 dakika) uygulayarak fermente edilmiş, hamurlar iki farklı fırın sıcaklığında (230 °C' de 35 dakika ve 250 °C' de 25 dakika) pişirilerek ekmek örnekleri elde edilmiştir. (Anonymous 1971, Özkaya ve Özkaya 2005). Fırından çıkan ekmekler 6 saat sonra kalite analizlerine alınmış, daha sonra dilimlenerek 30 °C etüvde kurutulmuştur. Kurutma sonunda ekmek örnekleri Falling Number Type 120 laboratuvar değirmeninde öğütülmüş ve sonra ağızları kilitlenebilen poşetlere konularak analizler için hazırlanmıştır.

3.2.4 İstatistiksel değerlendirme

Araştırmada elde edilen sonuçlar SPSS (SPSS for Windows 13.0) İstatistik programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş ve Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır (Özdamar 2004).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1 Un Örneğinin Bazı Kimyasal ve Fizikokimyasal Özellikleri ile Kepek Örneğinin Bazı Kimyasal Özellikleri

A ve B unları ile kepeğin bazı kimyasal ve fizikokimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.1’ de verilmiştir.

Çizelge 4.1’ de görüldüğü gibi un örneklerinin rutubet miktarları % 13.2 (B unu) ve % 13.5 (A unu) ile birbirine çok yakın çıkmış, kül miktarları ise A ununda % 0.58 ve B ununda % 0.68 olarak bulunmuştur.

Protein miktarı, yaş ve kuru gluten miktarı, sedimentasyon değeri B örneğinde, A örneğine göre daha yüksek bulunmuştur. Her iki un örneği de protein miktarı, yaş ve kuru gluten miktarları ve sedimentasyon değeri bakımından iyi durumdadır. Düşme sayısı değerleri A örneğinde 315 s, B örneğinde ise 321 s olarak tespit edilmiştir.

Kepeğin rutubet miktarı % 10.3, kül miktarı % 5.16, protein miktarı ise % 16.8 olarak bulunmuştur. Bu değerler literatür verileri ile uyusmaktadır (Servi *et al.* 2008).

Çizelge 4.1 Örneklerin Bazı Kimyasal ve Fizikokimyasal Özellikleri

Örnek	Rutubet Miktarı (%)	Kül Miktarı* (%)	Protein Miktarı* (Nx5.7,%)	Yaş gluten Miktarı (%)	Kuru gluten miktarı (%)	Sedimentasyon Değeri** (ml)	Düşme sayısı Değeri*** (s)
A unu	13.54	0.58	12.88	35.80	11.51	38.13	315
B unu	13.17	0.68	13.74	37.98	12.16	40.28	321
Kepek	10.26	5.16	16.83 ¹	-	-		

* Kuru madde üzerinden verilmiştir.

** % 14 rutubet üzerinden verilmiştir.

*** % 15 rutubet üzerinden verilmiştir.

(1) (Nx6.25)

4.2 Un ve Kepek Örneklerinin Fitat Fosforu, Fitik Asit, Toplam Fosfor ve Toplam Fosforun Yüzdesi Olarak Fitat Fosforu Miktarları

A ve B unları ile kepeğin fitat fosforu, fitik asit ve toplam fosfor miktarları Çizelge 4.2' de verilmiştir.

Çizelge 4.2' den görüldüğü gibi fitat fosforu miktarları A ununda 28.3 mg/100g, B ununda 30.6 mg/100g olarak saptanmıştır.

A ve B unlarında fitik asit miktarları 100.4 mg/100g ve 108.5 mg/100g, toplam fosfor miktarları ise 72.6 mg/100g ve 85.1 mg/100g olarak bulunmuştur. Toplam fosforun yüzdesi olarak fitat fosforu değerleri, A ve B örnekleri için % 39.0 ve % 36.0 olarak saptanmıştır.

Un örneklerinin fitik asit ve toplam fosfor oranları literatür verilerinden biraz düşüktür (Pederson *et al.* 1989, Reeves *et al.* 1993, Frontela *et al.* 2008). Buna büyük olasılıkla çeşit ve çevrenin farklı oluşu neden olmuştur.

Kepeğin fitat fosforu miktarı 685.3 mg/100 g, toplam fosfor miktarı 1029.3 mg/100g ve toplam fosforun yüzdesi olarak fitat fosforu değeri ise % 66.6 olarak bulunmuştur. Bulunan değerler literatür verileri ile uyumludur (Steiner *et al.* 2007, Servi *et al.* 2008).

Kepeğin fitik asit miktarı 2430.1 mg/100g olarak tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalarda buğday kepeğinin fitik asit oranı 2296 mg/100g -5900 mg/100g arasında bulunmuştur (Garcia- Estepa *et al.* 1999, Servi *et al.* 2008).

Çizelge 4.2 Örneklerin fitat fosforu, fitik asit, toplam fosfor miktarları ve toplam fosforun %' si olarak fitat fosforu değerleri

Örnek	Fitat fosforu miktarı* (mg/100g)	Fitik asit miktarı* (mg/100g)	Toplam fosfor miktarı* (mg/100g)	Toplam fosforun % 'si olarak fitat fosforu
A unu	28.3	100.4	72.6	39.0
B unu	30.6	108.5	85.1	36.0
Kepek	685.3	2430.1	1029.3	66.6

* Kuru madde üzerinden verilmiştir.

4.3 Kepek Katkılı Un Örneklerinin Farinogram Özellikleri

A ve B unlarına farklı oranlarda (% 0, % 10, % 15, % 20, % 25, % 30) kepek katılarak elde edilen un örneklerinin farinogram özellikleri Çizelge 4.3’ de verilmiştir.

Çalışmada kullanılan her iki un örneğinin farinogram değerleri genelde birbirine yakın çıkmıştır.

Protein miktarı ve kalitesi yüksek olan B unu, su absorpsiyonu, gelişme süresi ve valorimetre değerleri bakımından A ununa göre daha iyi sonuçlar vermiştir.

Un örneklerine katılan kepek oranı arttıkça su absorpsiyon oranı da artmıştır. Yapılan çalışmalarda kepek katma oranının artışına bağlı olarak unların su absorpsiyon oranlarının arttığı ifade edilmiştir (Pomeranz *et al.* 1977, Barber *et al.* 1981, Özboy and Köksel 1996, Laurikainen 1998).

Un örnekleri içerisinde gelişme süresi değeri en yüksek % 30 kepek katılmış un örneklerinde (7.0 dakika) bulunmuştur. Stabilitate değerleri B ununun kepekli örneklerinde A ununun kepekli örneklerine göre genelde daha fazla saptanmıştır. Her iki un örneğinde de kepek katma oranına bağlı olarak gelişme süreleri artarken, stabilitate değerleri ise azalmıştır.

Örneklere ait en düşük yoğurma tolerans sayısı değerleri 30 BU ile % 0 kepek katkılı A ve B unu örneklerinde, en yüksek değer ise 80 BU ile % 15 kepek katkılı B ununda bulunmuştur. Ayrıca en düşük yumuşama derecesi değeri 60 BU ile % 0 kepek katkılı A unu örneğinde, en yüksek değer ise 120 BU ile % 15 kepek katkılı B ununda saptanmıştır.

Araştırmada kullanılan % 10 kepek katkılı A unundan en düşük valorimetre değeri elde edilirken, en yüksek değer ise % 30 kepek katkılı A ve B un örneklerinde bulunmuştur.

Çizelge 4.3 Farklı Oranlarda Kepek Katılmış Un Örneklerinin Farinogram Değerleri

Örnek	Kepek Oranı (%)	Su absorpsiyonu (%)	Gelişme süresi (d)	Stabilite (d)	Yoğurma tolerans sayısı (BU)	Yumuşama derecesi (BU)	Valorimetre değeri
A Unu	0	60.3	5.4	10.8	30	60	57
	10	62.6	5.4	7.0	50	90	54
	15	65.8	6.5	5.0	70	100	58
	20	67.8	6.5	4.5	70	100	60
	25	69.0	6.5	4.3	75	90	60
	30	69.3	7.0	5.0	50	60	63
B Unu	0	61.4	5.8	10.5	30	80	59
	10	65.7	5.0	9.4	40	85	61
	15	66.9	6.0	6.0	80	120	58
	20	68.3	6.3	4.8	70	90	58
	25	69.3	6.3	4.5	70	90	59
	30	70.7	7.0	5.0	50	75	63

B.U. : Brabender Ünitesi

4.4 Kepek Katkılı Un Örneklerinin Ekstensogram Özellikleri

A ve B unlarına farklı oranlarda (% 0, % 10, % 15, % 20, % 25, % 30) kepek katılarak elde edilen un örneklerinin 135. dakikada çizilen ekstensogram özellikleri Çizelge 4.4' de verilmiştir.

Çizelgeden de görüldüğü gibi % 0 kepek katkılı B ununun R_m , R_5 ve A değerleri % 0 kepek katkılı A ununa göre daha yüksek çıkmıştır. A ve B unlarının R_m ve R_5 değerleri kepek katma oranlarına bağlı olarak düzenli bir artış ya da azalış göstermezken, E ve A değerleri kepek katma oranlarına bağlı olarak azalmıştır.

En yüksek E değeri 142 mm ile % 0 kepek katkılı A unundan, en düşük değer ise 69 mm ile % 30 kepek katkılı A unundan elde edilmiştir.

Çizilen ekstensogram kurvelerinin alanları 38 cm^2 ile 95 cm^2 değerleri arasında değişim göstermiştir. En yüksek kurve alan değerleri A ve B unlarının % 0 kepek katkılı örneklerinden elde edilmiştir.

Çizelge 4.4 Farklı Oranlarda Kepek Katılmış Un Örneklerinin Ekstensogram Değerleri

Örnek	Kepek Oranı (%)	Rm (BU)	R5 (BU)	E (mm)	A (cm ²)
A unu	0	455	360	142.0	81.9
	10	400	390	117.0	57.9
	15	310	305	111.0	43.8
	20	285	275	114.0	41.7
	25	315	275	88.5	39.0
	30	460	430	69.0	38.0
B unu	0	490	425	115.0	95.0
	10	395	380	107.0	58.5
	15	370	355	91.5	51.0
	20	360	340	94.5	40.0
	25	370	350	95.0	38.3
	30	420	350	70.0	38.5

Rm: Hamurun uzamaya karşı gösterdiği maksimum direnç (BU)

R5: Hamurun sabit deformasyondaki direnci (BU)

E : Uzama kabiliyeti

A: Enerji (cm²)

B.U.: Brabender Ünitesi

4.5 Kepekli Ekmeklerin Bazı Özellikleri

A ve B unlarına farklı oranlarda (% 0, % 10, % 15, % 20, % 25, % 30) kepek katılarak elde edilen kepekli unlara iki farklı maya oranı (% 3 ve % 5) ve fermentasyon programı (20-10-30 dakika ve 30-30-50 dakika) uygulayarak ve iki farklı fırın sıcaklığında (230 °C’de 35 dakika ve 250 °C’de 25 dakika) pişirilerek elde edilen ekmek örneklerinin ağırlık verimleri, hacim verimleri, spesifik hacimleri ve Dallmann değerleri Çizelge 4.5-4.8’ de verilmiştir.

4.5.1 Ağırlık verimi

A ununa farklı oranlarda kepek karıştırılarak hazırlanan unlara % 3 ve % 5 maya katılıp 20-10-30 dakika ve 30-30-50 dakika fermentasyon programı uygulayarak 230 °C ve 250 °C’ de pişirilen ekmeklerin ağırlık verimleri, % 0 kepek katkılı (şahit) ekmeklere göre yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.5 ve Çizelge 4.6).

A ununun farklı oranlarda kepek katılıp 230 °C ve 250 °C’ de pişirilen ekmeklerinin ağırlık verimleri, % 5 maya katılan örneklerde % 3 maya katılan örneklerle göre genelde daha yüksek çıkmıştır. Farklı fermentasyon süresi ve farklı maya miktarı uygulanmış A ununa ait ekmeklerde en düşük değerler şahit örneklerden, en yüksek değerler ise % 30 kepek katkılı ekmeklerden elde edilmiştir (Şekil 4.1, Şekil 4.2).

Piştirme sıcaklığı 230 °C olarak uygulanan A ununa ait ekmeklerde en düşük ağırlık verimi % 3 maya katılıp 30-30-50 dakika fermentasyon programı uygulayarak yapılan % 0 kepek katkılı ekmekte (143.4 g/100g un), en yüksek ağırlık verimi ise % 30 kepekli örneğe % 5 maya katılıp 30-30-50 dakika fermentasyon programı uygulanan ekmekte (158.1 g/100g un) bulunmuştur.

Piştirme sıcaklığı 250 °C olan A ununa ait ekmeklerde en düşük ağırlık verimi % 3 ve % 5 maya katılıp 30-30-50 dakika fermentasyon programı uygulayarak yapılan % 0

Çizelge 4.5 A ununa farklı oranlarda kepek ve farklı oranlarda maya katılıp değişik fermentasyon programı uygulanmış ve 230°C’ de 35 dakika pişirilmiş ekmeklerin bazı özellikleri

Kepek katma oranı (%)	Maya miktarı (%)	Ağırlık verimi (g/100g un)		Hacim verimi (cm ³ /100g un)		Spesifik hacim (cm ³ /g)		Dallmann değeri	
		20-10-30 dk	30-30-50 dk	20-10-30 dk	30-30-50 dk	20-10-30 dk	30-30-50 dk	20-10-30 dk	30-30-50 dk
0	3	144.9	143.4	547.4	581.1	3.8	4.1	210.0	235.5
10		147.5	145.0	509.0	530.2	3.5	3.7	134.2	145.6
15		149.6	147.8	464.7	476.0	3.1	3.2	81.0	95.9
20		150.9	152.2	431.0	448.9	2.9	3.0	-17.2	4.7
25		153.7	152.2	398.4	424.1	2.6	2.8	-65.6	-30.2
30		155.0	154.5	335.0	382.5	2.2	2.5	-87.4	-80.3
0	5	144.1	144.4	576.0	577.9	4.0	4.0	223.6	233.9
10		146.8	147.5	511.7	538.0	3.5	3.6	136.9	157.8
15		149.6	152.7	480.7	497.0	3.2	3.3	86.2	102.6
20		152.9	153.4	452.8	480.0	3.0	3.1	-11.8	8.0
25		156.0	155.0	408.7	425.0	2.6	2.7	-63.3	-28.1
30		156.8	158.1	341.3	384.0	2.2	2.4	-82.6	-75.2

Çizelge 4.6 A ununa farklı oranlarda kepek ve farklı oranlarda maya katılıp değişik fermentasyon programı uygulanmış ve 250°C’ de 25 dakika pişirilmiş ekmeklerin bazı özellikleri

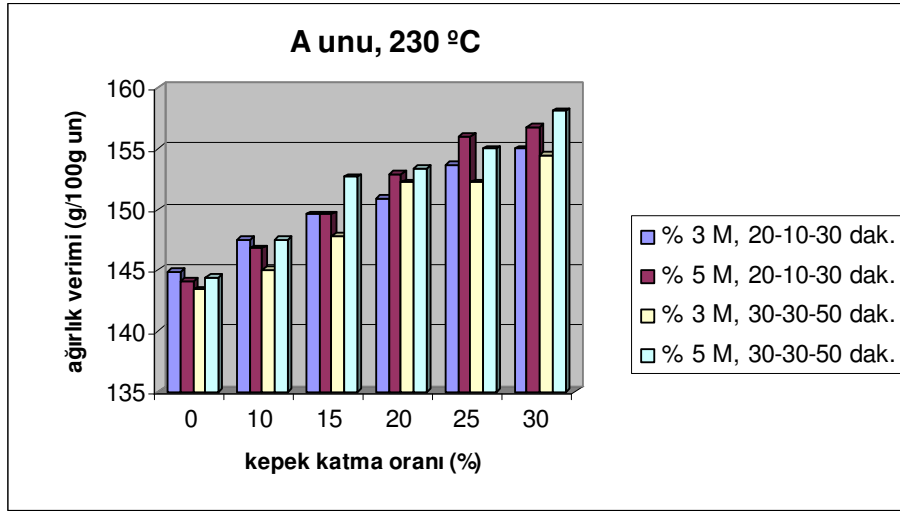
Kepek katma oranı (%)	Maya miktarı (%)	Ağırlık verimi (g/100g un)		Hacim verimi (cm ³ /100g un)		Spesifik hacim (cm ³ /g)		Dallmann değeri	
		20-10-30 dk	30-30-50 dk	20-10-30 dk	30-30-50 dk	20-10-30 dk	30-30-50 dk	20-10-30 dk	30-30-50 dk
0	3	148.5	144.9	561.0	577.9	3.8	4.0	215.6	233.9
10		151.6	150.1	501.0	502.2	3.3	3.3	124.7	145.9
15		154.4	152.9	469.2	480.6	3.0	3.1	82.5	94.7
20		154.2	155.7	434.8	441.9	2.8	2.8	-16.3	2.6
25		157.8	159.9	400.0	420.0	2.5	2.6	-61.0	-29.1
30		157.9	159.4	337.0	368.3	2.1	2.3	-93.2	-84.5
0	5	146.5	144.9	572.8	591.2	3.9	4.1	222.1	240.6
10		150.8	149.1	490.0	530.0	3.2	3.6	128.8	161.9
15		154.4	150.9	472.4	478.2	3.1	3.2	83.5	97.4
20		161.1	156.1	450.9	475.2	2.8	3.0	-12.3	12.6
25		161.4	159.9	403.0	416.4	2.5	2.6	-60.5	-31.7
30		162.3	161.9	331.0	390.0	2.0	2.4	-80.2	-74.6

Çizelge 4.7 B ununa farklı oranlarda kepek ve farklı oranlarda maya katılıp değişik fermentasyon programı uygulanmış ve 230°C’ de 35 dakika pişirilmiş ekmeklerin bazı özellikleri

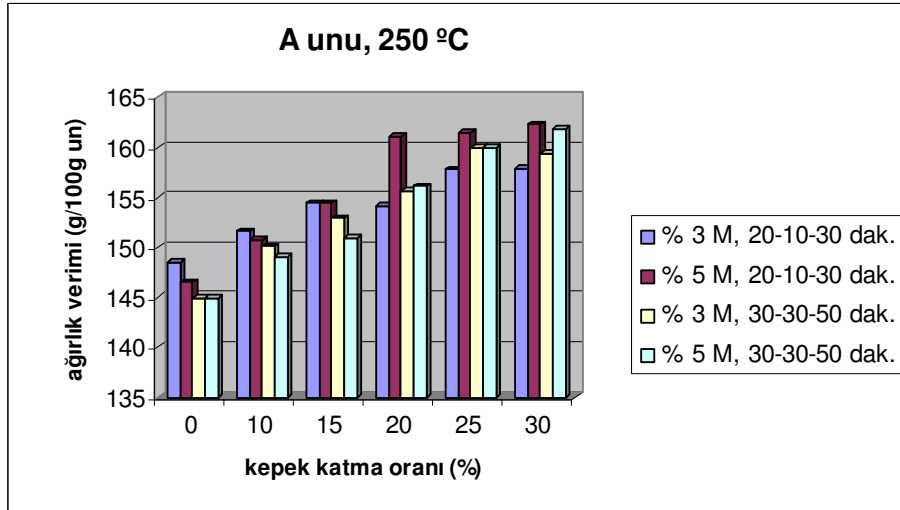
Kepek katma oranı (%)	Maya miktarı (%)	Ağırlık verimi (g/100g un)		Hacim verimi (cm ³ /100g un)		Spesifik hacim (cm ³ /g)		Dallmann değeri	
		20-10-30 dk	30-30-50 dk	20-10-30 dk	30-30-50 dk	20-10-30 dk	30-30-50 dk	20-10-30 dk	30-30-50 dk
0	3	143.8	145.8	540.0	571.0	3.8	3.9	192.7	219.2
10		149.6	148.6	475.9	532.3	3.2	3.6	106.6	152.9
15		152.7	152.7	418.9	471.0	2.7	3.1	60.7	89.3
20		155.0	154.2	408.7	443.4	2.6	2.9	-22.8	-2.0
25		159.9	155.8	366.3	399.7	2.3	2.6	-78.5	-60.1
30		161.2	160.9	342.4	350.7	2.1	2.2	-92.3	-89.8
0	5	143.0	143.0	563.0	575.0	3.9	4.0	205.0	223.1
10		147.3	150.9	508.0	535.0	3.4	3.5	128.3	156.0
15		151.4	154.0	470.0	481.2	3.1	3.1	83.5	93.4
20		152.2	155.0	455.0	465.0	3.0	3.0	-11.3	4.0
25		154.5	156.5	402.0	412.0	2.6	2.6	-65.7	-57.6
30		160.2	161.2	339.0	352.0	2.1	2.2	-85.6	-80.6

Çizelge 4.8 B ununa farklı oranlarda kepek ve farklı oranlarda maya katılıp değişik fermentasyon programı uygulanmış ve 250°C’ de 25 dakika pişirilmiş ekmeklerin bazı özellikleri

Kepek katma oranı (%)	Maya miktarı (%)	Ağırlık verimi (g/100 g un)		Hacim verimi (cm ³ /100 g un)		Spesifik hacim (cm ³ /g)		Dallmann değeri	
		20-10-30 dk	30-30-50 dk	20-10-30 dk	30-30-50 dk	20-10-30 dk	30-30-50 dk	20-10-30 dk	30-30-50 dk
0	3	147.4	146.8	535.0	570.1	3.6	3.9	187.5	215.8
10		154.5	152.4	490.6	543.2	3.2	3.6	103.7	157.3
15		156.4	155.0	423.0	478.0	2.7	3.1	71.5	92.3
20		156.5	155.5	411.0	446.0	2.6	2.9	-20.4	-1.2
25		156.8	160.9	375.0	410.0	2.4	2.5	-69.0	-58.0
30		161.7	161.7	338.0	357.8	2.1	2.2	-90.2	-87.7
0	5	147.4	145.6	533.1	580.0	3.6	4.0	184.9	227.3
10		154.2	152.7	500.0	531.0	3.2	3.5	101.6	152.4
15		156.0	154.0	451.7	475.0	2.9	3.1	70.5	89.2
20		158.1	156.8	446.6	459.0	2.8	2.9	-13.3	-1.1
25		158.6	158.8	407.4	429.3	2.6	2.7	-63.5	-54.1
30		159.6	161.9	340.0	359.0	2.1	2.2	-81.7	-81.3



Şekil 4.1 A ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 230 °C’de pişirilmiş ekmeklerin ağırlık verimleri



Şekil 4.2 A ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 250 °C’de pişirilmiş ekmeklerin ağırlık verimleri

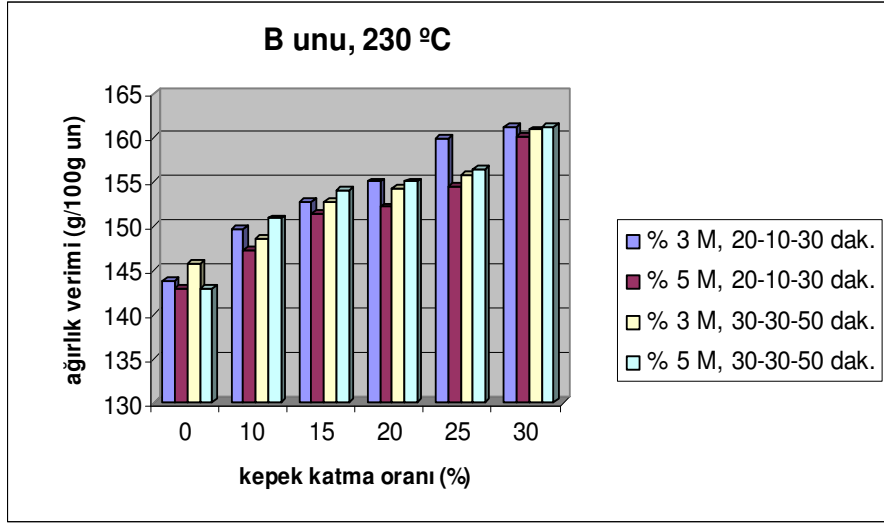
kepek katkılı ekmeklerde (144.9 g/100g un), en yüksek değer ise % 30 kepekli örneğe % 5 maya katılıp 20-10-30 dakika fermentasyon programı uygulanan ekmekte (162.3 g/100g un) bulunmuştur.

B ununa farklı oranlarda kepek katılıp hazırlanan unlara % 3 ve % 5 maya katılıp 20-10-30 dakika ve 30-30-50 dakika fermentasyon programı uygulayarak 230 °C ve 250 °C’ de pişirilen ekmeklerin ağırlık verimleri, şahit ekmeklere göre yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.7 ve Çizelge 4.8).

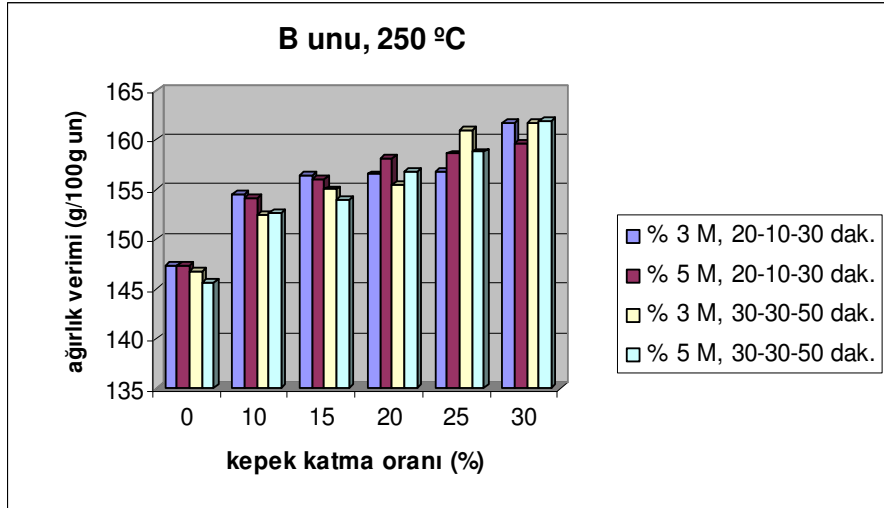
Farklı fermentasyon süresi ve farklı maya miktarı uygulanmış B ununa ait ekmeklerin ağırlık verimlerinde en düşük değer şahit örneklerde bulunurken, en yüksek değerler ise % 30 kepek katkılı ekmeklerde elde edilmiştir (Şekil 4.3 ve Şekil 4.4).

Piştirme sıcaklığı 230 °C olan B ununa ait ekmeklerde en düşük ağırlık verimi % 5 maya katılıp 20-10-30 dakika ve 30-30-50 dakika fermentasyon programı uygulayarak yapılan % 0 kepek katkılı ekmeklerde (143.0 g/100g un), en yüksek ağırlık verimi ise % 30 kepekli örneğe % 3 maya katılıp 20-10-30 dakika fermentasyon programı uygulanan ekmek ile % 5 maya katılıp 30-30-50 dakika fermentasyon programı uygulanan ekmekte (161.2 g/100g un) bulunmuştur.

250 °C’ de pişirilen B ununa ait ekmeklerde en düşük ağırlık verimi % 5 maya katılıp 30-30-50 dakika fermentasyon programı uygulayarak yapılan % 0 kepek katkılı ekmekte (145.6 g/100g un), en yüksek değer ise % 30 kepekli örneğe % 5 maya katılıp 30-30-50 dakika fermentasyon programı uygulanan ekmekte (161.9 g/100g un) tespit edilmiştir.



Şekil 4.3 B ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 230 °C’de pişirilmiş ekmeklerin ağırlık verimleri



Şekil 4.4 B ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 250 °C’de pişirilmiş ekmeklerin ağırlık verimleri

Kepek katkılı unlara farklı oranlarda maya katılıp farklı fermentasyon programı ve farklı fırın sıcaklığı uygulanmış ekmek örneklerinin ağırlık verimlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.9' da verilmiştir.

Çizelgeden de görüldüğü gibi un, kepek katma oranı, maya miktarı ve fırın sıcaklığının örneklerin ağırlık verimleri üzerine etkilerinin istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır ($P<0.05$). Fermentasyon süresinin ise örneklerin ağırlık verimleri üzerinde istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olmadığı görülmüştür ($P>0.05$). Faktörler arasındaki ikili interaksiyonlardan un x kepek, un x maya, un x fermentasyon, un x sıcaklık, kepek x maya ve fermentasyon x sıcaklık etkileşimlerinin örneklerin ağırlık verimleri üzerinde neden olduğu farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Un x kepek x sıcaklık ve maya x fermentasyon x sıcaklık üçlü interaksiyonları örneklerin ağırlık verimleri üzerinde istatistiksel olarak önemli etki yaratmıştır ($P<0.05$).

Farklı unlardan yapılan ekmek örneklerinin ağırlık verimi değerlerinin ortalamaları Çizelge 4.10' da verilmiştir.

Çizelge 4.9 Kepek katkılı unlara farklı maya oranı ve farklı fermentasyon programı uygulanıp farklı fırın sıcaklığında pişirilerek elde edilen ekmek örneklerinin ağırlık verimi değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Değişken	SD	KO	P değeri
un	1	63.538	.000
kepek	5	434.191	.000
maya	1	4.043	.047
fermentasyon	1	2.071	.136
sıcaklık	1	242.253	.000
un x kepek	5	5.542	.005
un x maya	1	21.565	.000
un x fermentasyon	1	3.961	.049
un x sıcaklık	1	11.138	.004
kepek x maya	5	2.736	.045
kepek x fermentasyon	5	1.218	.261
kepek x sıcaklık	5	2.062	.092
maya x fermentasyon	1	1.576	.188
maya x sıcaklık	1	.003	.955
fermentasyon x sıcaklık	1	7.315	.012
un x kepek x maya	5	2.304	.070
un x kepek x fermentasyon	5	.213	.920
un x kepek x sıcaklık	5	4.16	.013
un x maya x fermentasyon	1	2.013	.141
un x maya x sıcaklık	1	3.263	.069
un x fermentasyon x sıcaklık	1	.005	.938
kepek x maya x fermentasyon	5	1.193	.270
kepek x maya x sıcaklık	5	2.142	.084
maya x fermentasyon x sıcaklık	1	19.171	.001
un x kepek x maya x fermentasyon	5	2.207	.078
un x kepek x fermentasyon x sıcaklık	5	.46	.714
un x maya x fermentasyon x sıcaklık	1	.193	.632
kepek x maya x fermentasyon x sıcaklık	5	1.866	.116
Hata	10	.79	

Çizelge 4.10 Farklı unlardan elde edilen ekmek örneklerinin bazı özelliklerine ait ortalama değerler

Un	n	Ağırlık verimi (g/100g un)	Hacim verimi (cm ³ /100g un)	Spesifik hacim (cm ³ /g)	Dallmann değeri
A unu	48	152.51 ± 0.76	464.51 ± 10.31	3.06 ± 0.08	54.53 ± 15.94
B unu	48	154.14 ± 0.77	453.49 ± 10.52	2.96 ± 0.08	43.77 ± 15.53

± Standart hata

Çizelgeden de görüldüğü gibi A ununa ait ekmeklerin ağırlık verimi ortalaması B ununa ait ekmeklere göre daha düşük bulunmuştur. A unundan yapılan ekmeklerin ağırlık verimi 152.51 g/100g un iken, B ununa ait ekmeklerde bu değer 154.14 g/100g un olarak saptanmıştır.

Farklı oranlarda kepek katılarak elde edilen kepekli unlardan yapılan ekmeklerin ağırlık verimi değerlerinin ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.11’ de verilmiştir.

Çizelge 4.11 Farklı oranlarda kepek katılarak elde edilen kepekli unlardan yapılan ekmeklerin bazı özelliklerinin ortalamalarına ait Duncan testi sonuçları *

Kepek katma oranı (%)	n	Ağırlık verimi (g/100 un)	Hacim verimi (cm ³ /100g un)	Spesifik hacim (cm ³ /g)	Dallmann değeri
0	16	145.28 ± 0,42 F	565.78 ± 4.43 F	3.90 ± 0.04 F	216.92 ± 4.27 F
10	16	149.91 ± 0,69 E	514.26 ± 5.06 E	3.43 ± 0.04 E	137.16 ± 5.02 E
15	16	152.78 ± 0,60 D	467.96 ± 5.16 D	3.06 ± 0.04 D	85.89 ± 2.77 D
20	16	154.99 ± 0,63 C	446.89 ± 4.86 C	2.88 ± 0.04 C	-6.11 ± 2.72 C
25	16	157.36 ± 0,68 B	406.08 ± 4.23 B	2.58 ± 0.03 B	-54.75 ± 3.97 B
30	16	159.64 ± 0,63 A	353.00 ± 4.74 A	2.21 ± 0.03 A	-84.2 ± 1.40 A

*Farklı harfler ile gösterilen değerler birbirinden farklıdır (P<0.05)

± Standart hata

Farklı oranlarda kepek içeren ekmeklerin ağırlık verimi ortalama değerleri istatistiksel olarak birbirlerinden farklı bulunmuştur (P<0.05).

Çizelge 4.11’ den de görüldüğü gibi ekmek örnekleri içerisinde en düşük ağırlık verimi ortalaması % 0 kepek katkılı ekmeklerden (145.28 g/100g un), en yüksek ağırlık verimi ortalaması ise % 30 kepek katkılı ekmeklerden (159.64 g/100g un) elde edilmiştir. Farklı oranlarda kepek katılan ekmek örneklerinin ağırlık verimleri kepek katma oranına bağlı olarak artmıştır.

Unlara farklı oranlarda maya katılarak yapılan ekmek örneklerinin ağırlık verimi değerlerinin ortalamaları Çizelge 4.12’ de verilmiştir.

Çizelge 4.12 Farklı oranlarda maya katılarak yapılan ekmek örneklerinin bazı özelliklerine ait ortalama değerler

Maya Miktarı (%)	n	Ağırlık verimi (g/100g un)	Hacim verimi (cm ³ /100g un)	Spesifik hacim (cm ³ /g)	Dallmann değeri
3	48	153.12 ± 0.74	452.50 ± 10.42	2.97 ± 0.08	46.24 ± 15.75
5	48	153.53 ± 0.81	465.49 ± 10.39	3.04 ± 0.08	52.06 ± 15.75

± Standart hata

Çizelgeden de görüldüğü gibi % 3 maya katılan ekmek örneklerinin ağırlık verimi ortalaması 153.12 g/100g un olarak, % 5 maya katılan ekmek örneklerinin ağırlık verimi ortalaması 153.53 g/100g un olarak bulunmuştur. Ekmek örneklerinin ağırlık verimleri maya miktarının artışına bağlı olarak artmıştır.

Farklı sürelerde fermentasyon programı uygulayarak yapılan ekmek örneklerinin ağırlık verimi değerlerinin ortalaması Çizelge 4.13’ de verilmiştir.

Çizelge 4.13 Farklı sürelerde fermentasyon programı uygulayarak yapılan ekmek örneklerinin bazı özelliklerine ait ortalama değerler

Fermentasyon süresi (dakika)	n	Ağırlık verimi (g/100g un)	Hacim verimi (cm ³ /100g un)	Spesifik hacim (cm ³ /g)	Dallmann değeri
20-10-30	48	153.47 ± 0.76	446.26 ± 10.34	2.92 ± 0.56	39.17 ± 15.30
30-30-50	48	153.18 ± 0.79	471.74 ± 10.22	3.10 ± 0.57	59.14 ± 16.07

± Standart hata

Fermentasyon programı 20-10-30 dakika ve 30-30-50 dakika olarak uygulanan ekmek örneklerinin ağırlık verimi ortalamaları istatistiksel olarak birbirlerinden farksız olup 153.47 g/100g un ve 153.18 g/100g un olarak saptanmıştır.

Farklı fırın sıcaklıklarında pişirilen ekmek örneklerinin ağırlık verimi değerlerinin ortalaması Çizelge 4.14’ de verilmiştir.

Çizelge 4.14 Farklı sıcaklıklarda pişirilerek elde edilen ekmek örneklerinin bazı özelliklerine ait ortalama değerler

Fırın Sıcaklığı (°C)	n	Ağırlık verimi (g/100g un)	Hacim verimi (cm ³ /100g un)	Spesifik hacim (cm ³ /g)	Dallmann değeri
230	48	151.74 ± 0.75	459.98 ± 10.55	3.05 ± 0.08	49.64 ± 15.87
250	48	154.92 ± 0.74	458.02 ± 10.33	2.97 ± 0.08	48.67 ± 15.65

± Standart hata

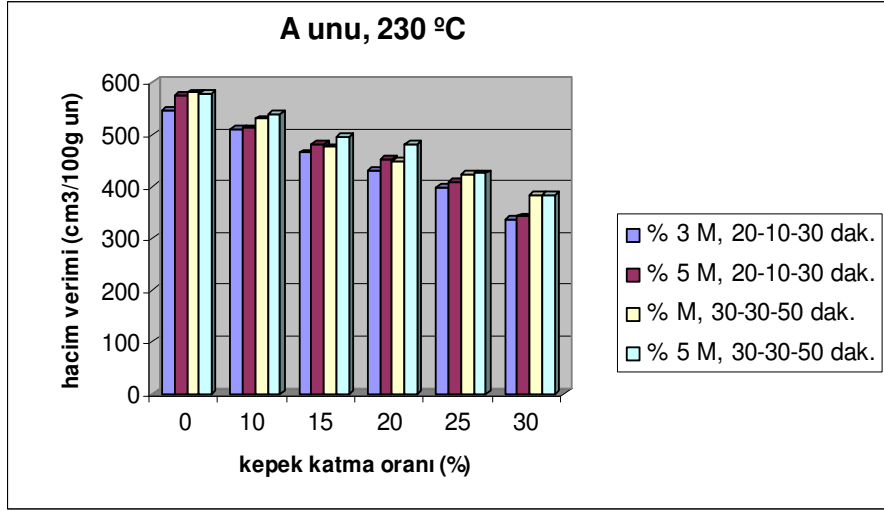
230 °C’ de 35 dakika pişirilen ekmeklerin ağırlık verimi ortalaması (151.74 g/100g un), 250 °C’de 25 dakika pişirilen ekmeklerin ağırlık verimi ortalamasından (154.92 g/100g un) düşük çıkmıştır. Yüksek sıcaklıkta kısa süreli pişirme uygulandığında örneklerin ağırlık verimleri de artmıştır.

4.5.2 Hacim verimi ve spesifik hacim

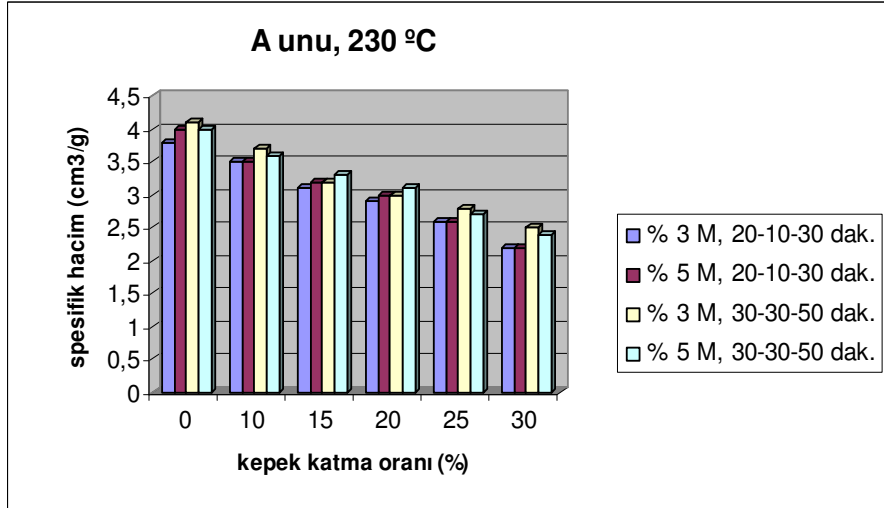
Farklı oranlarda kepek katılan A ununa % 3 maya ve % 5 maya katılıp 20-10-30 dakika ve 30-30-50 dakika fermentasyon programı uygulayarak 230 °C ve 250 °C’ de pişirilen ekmeklerin hacim verimleri ve spesifik hacimleri, şahit ekmeklere göre daha düşük bulunmuştur (Çizelge 4.5 ve Çizelge 4.6)

A ununa farklı oranlarda kepek katılıp 230 °C ve 250 °C’ de pişirilen ekmeklerin hacim verimi ve spesifik hacimleri, fermentasyon süresine ve maya miktarına bağlı olarak artmıştır. En düşük hacim verimi ve spesifik hacim % 30 kepek katkılı ekmeklerden elde edilirken, en yüksek hacim verimi ve spesifik hacim ise % 0 kepek katkılı ekmeklerde bulunmuştur.

Pişirme sıcaklığı 230 °C olan A ununa ait ekmeklerde en düşük hacim verimi ve spesifik hacim, % 30 kepek katkılı una % 3 maya katılıp 20-10-30 dakika fermentasyon programı uygulanan ekmekten ($335.0 \text{ cm}^3/100\text{g}$ un ve $2.2 \text{ cm}^3/\text{g}$), en yüksek hacim verimi ve spesifik hacim ise % 3 maya katılıp 30-30-50 dakika fermentasyon programı uygulanan % 0 kepek katkılı ekmekten ($581.1 \text{ cm}^3/100\text{g}$ un ve $4.1 \text{ cm}^3/\text{g}$) elde edilmiştir (Şekil 4.5, Şekil 4.6).



Şekil 4.5 A ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 230°C’ de pişirilmiş ekmeklerin hacim verimleri



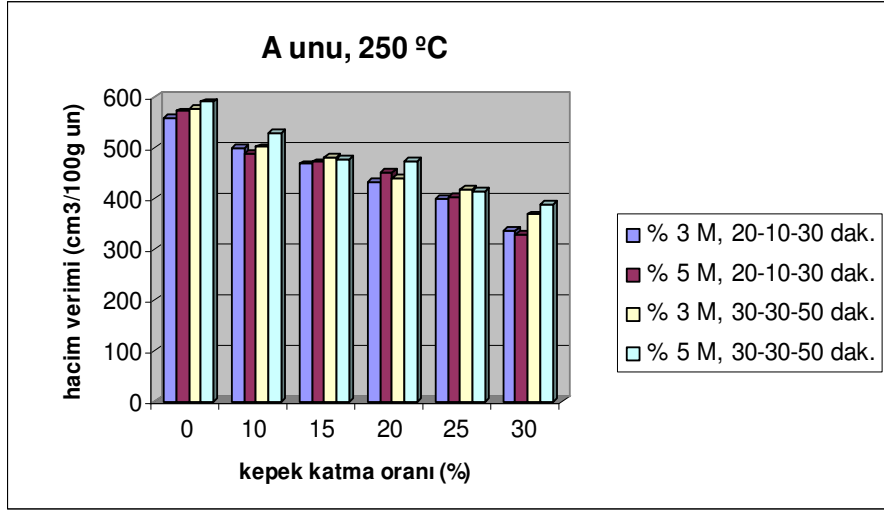
Şekil 4.6 A ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 230°C’ de pişirilmiş ekmeklerin spesifik hacimleri

Pişirme sıcaklığı 250 °C iken A ununa ait ekmeklerde en düşük hacim verimi ve spesifik hacim, % 30 kepek katkılı una % 5 maya katılıp 20-10-30 dakika fermentasyon programı uygulanan ekmekte ($331.0 \text{ cm}^3/100\text{g}$ un ve $2.0 \text{ cm}^3/\text{g}$), en yüksek hacim verimi ve spesifik hacim ise % 5 maya katılıp 30-30-50 dakika fermentasyon programı uygulanan şahit ekmekte ($591.2 \text{ cm}^3/100\text{g}$ un ve $4.1 \text{ cm}^3/\text{g}$) tespit edilmiştir (şekil 4.7, şekil 4.8).

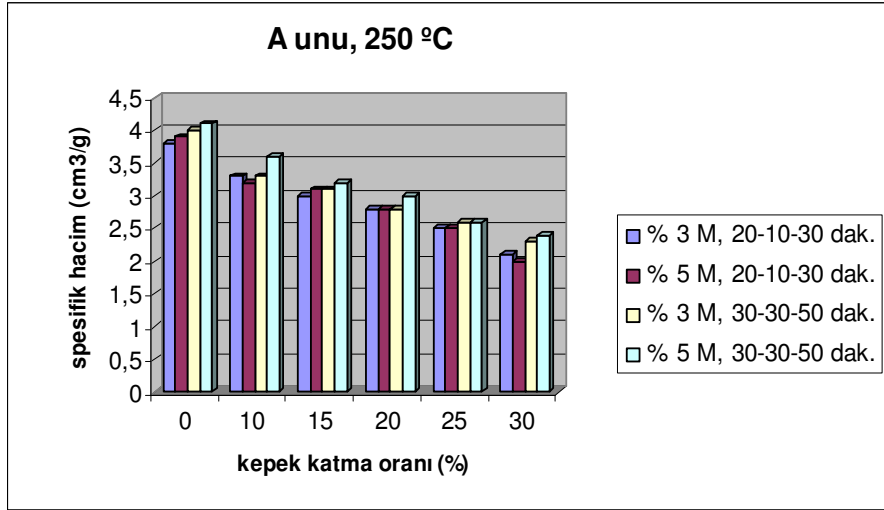
Çizelge 4.7 ve Çizelge 4.8’den de görüldüğü gibi farklı oranlarda kepek karıştırılan B ununa % 3 maya ve % 5 maya katılıp 20-10-30 dakika ve 30-30-50 dakika fermentasyon programı uygulayarak 230 °C ve 250 °C’ de pişirilen ekmeklerin hacim verimleri ve spesifik hacimleri şahit ekmeklere göre daha düşük bulunmuştur.

230 °C ve 250 °C’ de pişirilen B ununun kepek katkılı ekmeklerinin hacim verimleri ve spesifik hacimleri, uygulanan fermentasyon süresi ve maya miktarına bağlı olarak artmıştır. En düşük hacim verimi ve spesifik hacim, % 30 kepek katkılı ekmeklerden elde edilirken, en yüksek hacim verimi ve spesifik hacim ise % 5 maya katılan ve 30-30-50 dakika fermentasyon programı uygulanan şahit ekmeklerde saptanmıştır.

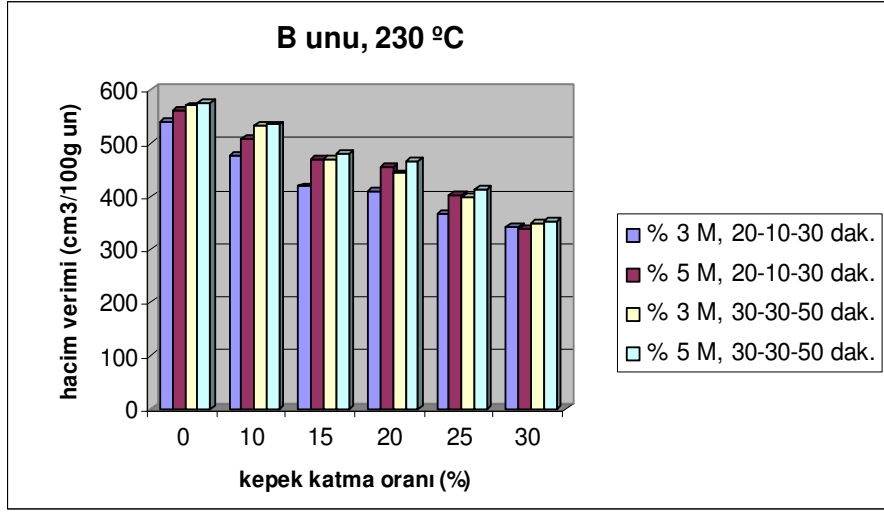
B ununa 230 °C pişirme sıcaklığı uygulanarak yapılan ekmeklerde en düşük hacim verimi ve spesifik hacim, % 30 kepek katkılı una % 5 maya katılıp 20-10-30 dakika fermentasyon programı uygulanan ekmekten ($339.0 \text{ cm}^3/100\text{g}$ un ve $2.1 \text{ cm}^3/\text{g}$), en yüksek değer ise % 5 maya katılıp 30-30-50 dakika fermentasyon programı uygulanan % 0 kepek katkılı ekmekten ($575.0 \text{ cm}^3/100\text{g}$ un ve $4.0 \text{ cm}^3/\text{g}$) elde edilmiştir (şekil 4.9, şekil 4.10).



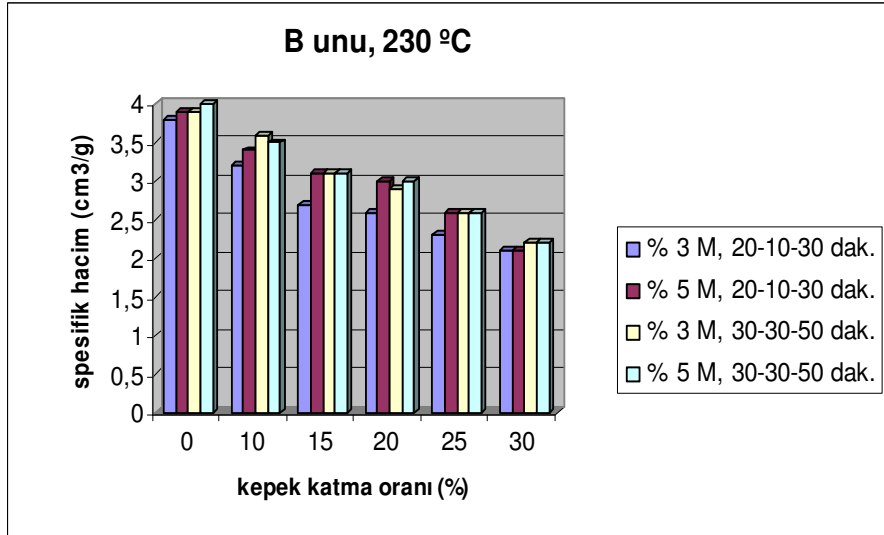
Şekil 4.7 A ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 250°C’ de pişirilmiş ekmeklerin hacim verimleri



Şekil 4.8 A ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 250°C’ de pişirilmiş ekmeklerin spesifik hacimleri

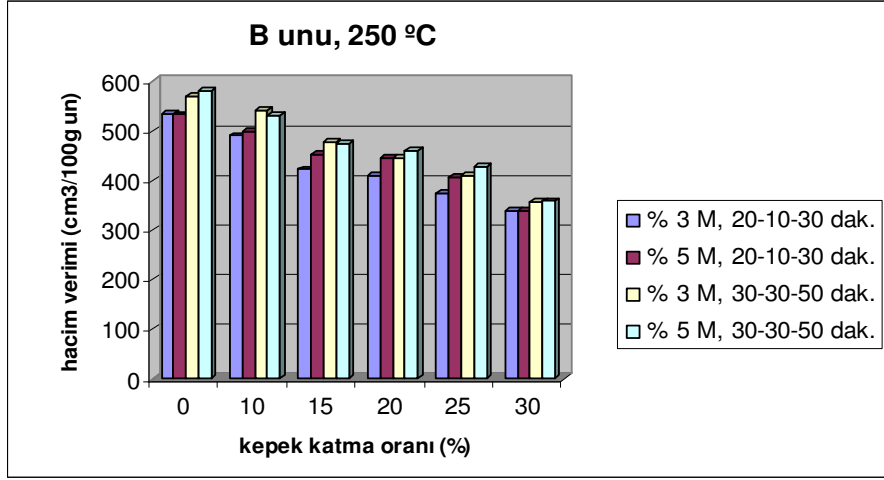


Şekil 4.9 B ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 230°C’ de pişirilmiş ekmeklerin hacim verimleri

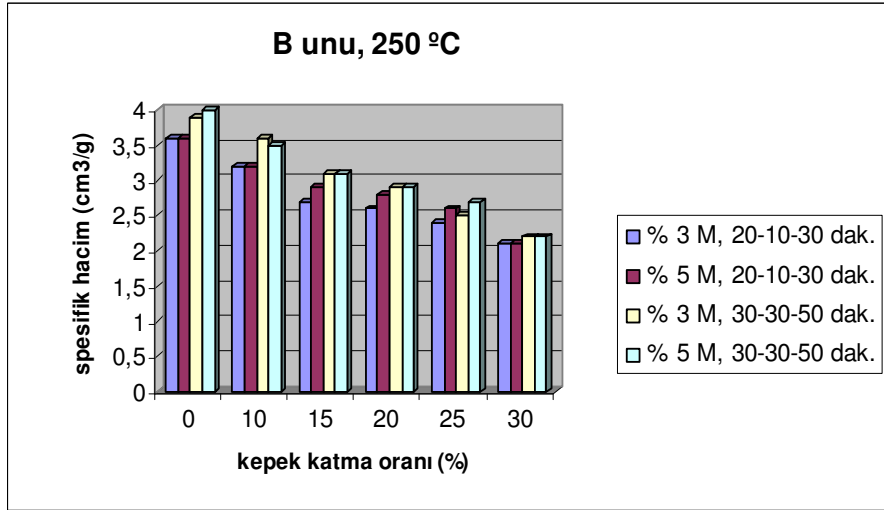


Şekil 4.10 B ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 230°C’ de pişirilmiş ekmeklerin spesifik hacimleri

Pişirme sıcaklığı 250 °C olan B ununa ait ekmeklerde en düşük hacim verimi ve spesifik hacim, % 30 kepekli örneğe % 3 maya katılıp 20-10-30 dakika fermentasyon programı uygulanan ekmekte ($338.0 \text{ cm}^3/100\text{g}$ un ve $2.1 \text{ cm}^3/\text{g}$), en yüksek hacim verimi ve spesifik hacim ise % 5 maya katılıp 30-30-50 dakika fermentasyon programı uygulanan % 0 kepek katkılı ekmekte ($580.0 \text{ cm}^3/100\text{g}$ un ve $4.0 \text{ cm}^3/\text{g}$) tespit edilmiştir (şekil 4.11, şekil 4.12).



Şekil 4.11 B ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 250°C’ de pişirilmiş ekmeklerin hacim verimleri



Şekil 4.12 B ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 250°C’ de pişirilmiş ekmeklerin spesifik hacimleri

Değişik oranlarda kepek katkılı unlara farklı oranlarda maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve farklı fırın sıcaklığında pişirilmiş ekmek örneklerinin hacim verimi ve spesifik hacim değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.15 ve Çizelge 4.16 ' da verilmiştir.

Çizelge 4.15'de belirtildiği gibi un, kepek katma oranı, maya miktarı ve fermentasyon süresinin örneklerin hacim verimleri üzerindeki etkileri istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) iken fırın sıcaklığının örneklerin hacim verimleri üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$). Faktörler arasındaki ikili interaksiyonlardan un x kepek, un x maya, un x fermentasyon, un x sıcaklık, kepek x maya, maya x fermentasyon ve maya x sıcaklık etkileşimlerinin örneklerin hacim verimleri üzerindeki etkileri $P<0.05$ düzeyinde önemlidir. Faktörler arasındaki üçlü interaksiyonlardan un x kepek x maya, un x kepek x fermentasyon, un x kepek x sıcaklık, un x maya x fermentasyon, un x fermentasyon x sıcaklık ve maya x fermentasyon x sıcaklık etkileşimleri ile faktörler arasındaki dörtlü interaksiyonlardan un x kepek x maya x fermentasyon etkileşimleri örneklerin hacim verimleri üzerinde istatistiksel olarak önemli fark yaratmıştır ($P<0.05$).

Çizelge 4.16' da verilen varyans analiz sonuçlarına göre un, kepek katma oranı, maya miktarı, fermentasyon süresi ve fırın sıcaklığı örneklerin spesifik hacim değerleri üzerinde istatistiksel olarak önemli etki yaratmıştır ($P<0.05$). Faktörler arasındaki ikili interaksiyonlardan un x maya, un x sıcaklık, kepek x maya ve maya x fermentasyon etkileşimlerinin örneklerin spesifik hacimleri üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Faktörler arasındaki üçlü interaksiyonlardan un x kepek x fermentasyon, un x kepek x sıcaklık, un x maya x fermentasyon, un x maya x sıcaklık ve maya x fermentasyon x sıcaklık; dörtlü interaksiyonlardan ise un x kepek x maya x fermentasyon etkileşimlerinin örneklerin spesifik hacim değerleri üzerindeki etkilerinin istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır ($P<0.05$).

Çizelge 4.15 Kepek katkılı unlara farklı maya oranı ve farklı fermentasyon programı uygulanıp farklı fırın sıcaklığında pişirilerek elde edilen ekmek örneklerinin hacim verimi değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Değişken	SD	KO	P değeri
un	1	2916.113	.000
kepek	5	91901.267	.000
maya	1	4046.905	.000
fermentasyon	1	15577.963	.000
sıcaklık	1	92.238	.095
un x kepek	5	166.086	.008
un x maya	1	148.255	.041
un x fermentasyon	1	232.193	.015
un x sıcaklık	1	146.768	.042
kepek x maya	5	278.7	.001
kepek x fermentasyon	5	80.521	.067
kepek x sıcaklık	5	42.008	.260
maya x fermentasyon	1	281.193	.009
maya x sıcaklık	1	204.458	.021
fermentasyon x sıcaklık	1	24.705	.362
un x kepek x maya	5	111.914	.027
un x kepek x fermentasyon	5	375.905	.000
un x kepek x sıcaklık	5	134.441	.015
un x maya x fermentasyon	1	688.546	.001
un x maya x sıcaklık	1	43.875	.232
un x fermentasyon x sıcaklık	1	168.275	.032
kepek x maya x fermentasyon	5	77.787	.073
kepek x maya x sıcaklık	5	49.947	.192
maya x fermentasyon x sıcaklık	1	248.005	.013
un x kepek x maya x fermentasyon	5	124.182	.020
un x kepek x fermentasyon x sıcaklık	5	7.495	.916
un x maya x fermentasyon x sıcaklık	1	21	.400
kepek x maya x fermentasyon x sıcaklık	5	35.819	.330
Hata	10	27.118	

Çizelge 4.16 Kepek katkılı unlara farklı maya oranı ve farklı fermentasyon programı uygulanıp farklı fırın sıcaklığında pişirilerek elde edilen ekmek örneklerinin spesifik hacim değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Değişken	SD	KO	P değeri
un	1	.271	.000
kepek	5	5.837	.000
maya	1	.113	.000
fermentasyon	1	.753	.000
sıcaklık	1	.175	.000
un x kepek	5	.007	.096
un x maya	1	.018	.026
un x fermentasyon	1	.008	.102
un x sıcaklık	1	.038	.003
kepek x maya	5	.014	.011
kepek x fermentasyon	5	.007	.090
kepek x sıcaklık	5	.004	.229
maya x fermentasyon	1	.023	.013
maya x sıcaklık	1	.000	.845
fermentasyon x sıcaklık	1	.013	.052
un x kepek x maya	5	.006	.108
un x kepek x fermentasyon	5	.014	.013
un x kepek x sıcaklık	5	.01	.035
un x maya x fermentasyon	1	.038	.003
un x maya x sıcaklık	1	.018	.026
un x fermentasyon x sıcaklık	1	.005	.192
kepek x maya x fermentasyon	5	.004	.299
kepek x maya x sıcaklık	5	.002	.515
maya x fermentasyon x sıcaklık	1	.055	.001
un x kepek x maya x fermentasyon	5	.012	.020
un x kepek x fermentasyon x sıcaklık	5	.002	.628
un x maya x fermentasyon x sıcaklık	1	.003	.341
kepek x maya x fermentasyon x sıcaklık	5	.002	.628
Hata	10	.003	

Çizelge 4.10' da verilmiş olan farklı unlardan yapılan ekmek örneklerinin hacim verimi değerlerinin ortalamaları ile spesifik hacim değerlerinin ortalamalarına göre, A ununa ait ekmeklerin hacim verimi ve spesifik hacim değerleri, B ununa ait ekmek örneklerine göre daha yüksek bulunmuştur. A unundan elde edilen ekmeklerin hacim verimi ve spesifik hacim değerleri $464.51 \text{ cm}^3/100\text{g}$ un ve $3.06 \text{ cm}^3/\text{g}$, B unundan elde edilen örneklerin hacim verimi ve spesifik hacim değerleri $453.49 \text{ cm}^3/100\text{g}$ un ve $2.96 \text{ cm}^3/\text{g}$ ' dır (Çizelge 4.10). Yapılan bir çalışmada unlara farklı orijinli kepek katılarak yapılan ekmeklerin hacim verimleri arasında farklılıklar olduğu belirtilmiştir (De Kock *et al.* 1999).

Farklı oranlarda kepek katılarak elde edilen kepekli unlardan yapılan ekmeklerin hacim verimi değerlerinin ortalamaları ile spesifik hacim değerlerinin ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre farklı oranlarda kepek içeren ekmeklerin hacim verimi ve spesifik hacim ortalama değerleri istatistiksel olarak birbirlerinden farklı bulunmuştur ($P<0.05$) (Çizelge 4.11). Araştırmada kullanılan ekmek örnekleri içerisinde en yüksek hacim verimi ve spesifik hacim değerleri şahit ekmeklerden ($565.78 \text{ cm}^3/100\text{g}$ un ve $3.9 \text{ cm}^3/\text{g}$), en düşük hacim verimi ve spesifik hacim değerleri ise % 30 kepek katkılı ekmeklerden ($353.0 \text{ cm}^3/100\text{g}$ un ve $2.21 \text{ cm}^3/\text{g}$) elde edilmiştir. Örneklerin hacim verimi ve spesifik hacim değerleri kepek katma oranı arttıkça azalmıştır.

Birçok araştırmacı tarafından yapılan çalışmalarda una katılan kepek oranının artması sonucunda ekmeklerin hacim verimlerinin düştüğü ve kepeğin ekmeklik kaliteyi olumsuz olarak etkilediği belirtilmiştir (Pomeranz *et al.* 1977, Özboy ve Köksel 1996, Zhang and Moore 1999).

Unlara farklı oranlarda maya katılarak yapılan ekmek örneklerin hacim verimi ve spesifik hacim ortalamaları, % 3 maya katılan ekmeklerde $452.50 \text{ cm}^3/100\text{g}$ un ve $2.97 \text{ cm}^3/\text{g}$ iken, % 5 maya katılan ekmeklerde ise $465.49 \text{ cm}^3/100\text{g}$ un ve $3.04 \text{ cm}^3/\text{g}$ olarak bulunmuştur. Maya miktarı arttıkça örneklerin hacim verimi ve spesifik hacim değerleri de artmıştır (Çizelge 4.12). Yapılan bir çalışmada maya katılarak yapılan mısır

ekmeklerinin hacim verimi ve spesifik hacim değerleri, mayasız ekmeklere göre daha yüksek çıkmıştır (Akbaş 2000).

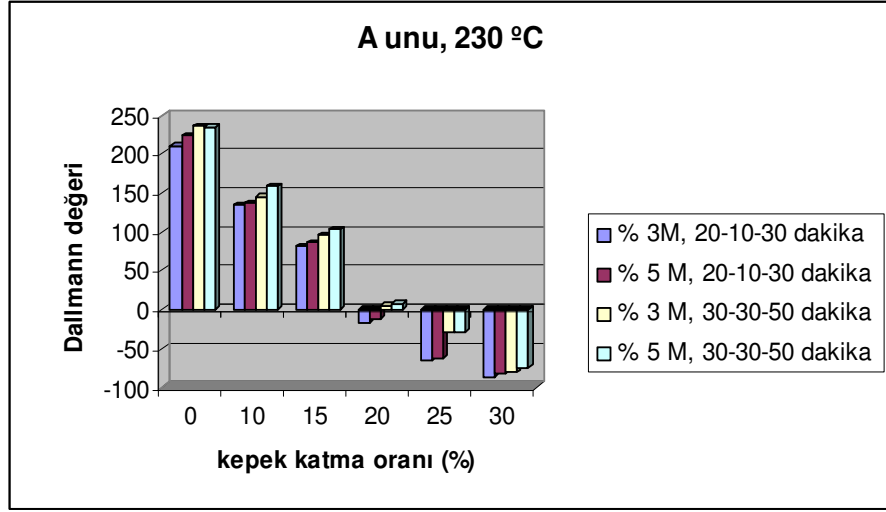
Farklı fermentasyon programı uygulanarak yapılan ekmek örneklerinin hacim verimi ortalamaları ve spesifik hacim ortalamaları, fermentasyon programı 20-10-30 dakika olarak uygulandığında $446.26 \text{ cm}^3/100\text{g}$ un ve $2.92 \text{ cm}^3/\text{g}$ iken, fermentasyon programı 30-30-50 dakika olarak uygulandığında $471.74 \text{ cm}^3/100\text{g}$ un ve $3.10 \text{ cm}^3/\text{g}$ olarak saptanmıştır. Örneklerin hacim verimi ve spesifik hacim değerlerinin fermentasyon süresinin artışına bağlı olarak arttığı görülmüştür (izelge 4.13).

Farklı fırın sıcaklıklarında pişirilen ekmek örneklerinin hacim verimi ortalamaları ve spesifik hacim ortalamaları, 230°C 'de $459.98 \text{ cm}^3/100\text{g}$ un ve $3.05 \text{ cm}^3/\text{g}$, 250°C ' de ise $458.02 \text{ cm}^3/100\text{g}$ un ve $2.97 \text{ cm}^3/\text{g}$ olarak bulunmuştur. Ancak örneklerin hacim verimi değerlerinin ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir ($P>0.05$). Örneklerin spesifik hacim değerlerinin yüksek sıcaklıkta kısa süreli pişirme programı uygulandığında azaldığı tespit edilmiştir (izelge 4.14).

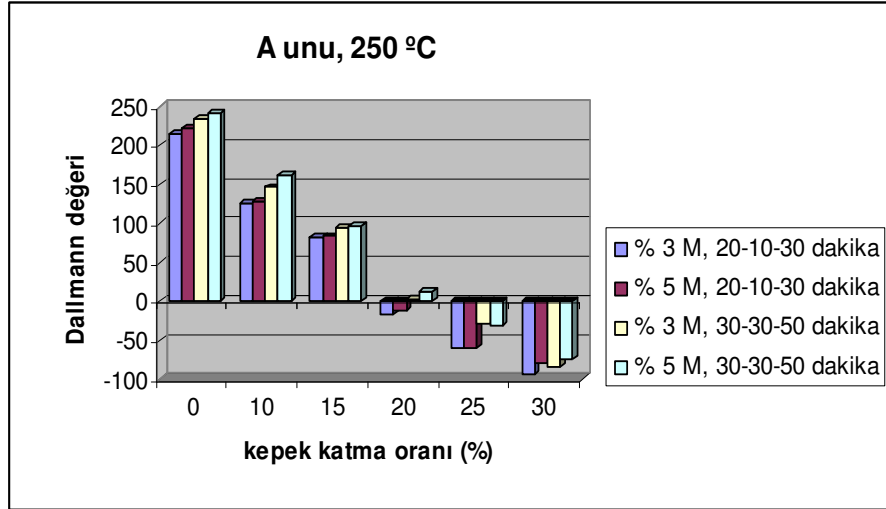
4.5.3 Dallmann değeri

A ununa farklı oranlarda kepek karıştırılarak % 3 maya ve % 5 maya katılıp 20-10-30 dakika ve 30-30-50 dakika fermentasyon programı uygulayarak 230°C ve 250°C ' de pişirilen ekmeklerin Dallmann değerleri, şahit ekmeklere göre daha düşük bulunmuştur (izelge 4.5 ve izelge 4.6).

Pişirme sıcaklığı 230°C ve 250°C olan A ununun kepek katkılı ekmeklerinin Dallmann değerlerinde maya miktarı ve fermentasyon süresinin artışına bağlı olarak artış gözlenmiştir. A ununa farklı fermentasyon süresi ve farklı maya miktarı uygulayarak elde edilen ekmekler içerisinde en düşük Dallmann değeri % 30 kepek katkılı ekmeklerden, en yüksek Dallmann değeri ise % 0 kepek katkılı ekmeklerden elde edilmiştir (şekil 4.13 ve şekil 4.14).



Şekil 4.13 A ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 230 °C’de pişirilmiş ekmeklerin Dallmann değerleri



Şekil 4.14 A ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 250 °C’de pişirilmiş ekmeklerin Dallmann değerleri

Pişirme sıcaklığı 230 °C olarak uygulanan A ununa ait ekmekler içerisinde en dşşk Dallmann değeri % 30 kepek katkılı una % 3 maya katılıp 20-10-30 dakika fermentasyon programı uygulanan ekmekten (-87.4) elde edilirken, en yüksek Dallmann değeri ise % 3 maya katılıp 30-30-50 dakika fermentasyon programı uygulanan % 0 kepek katkılı ekmekte (235.5) bulunmuştur.

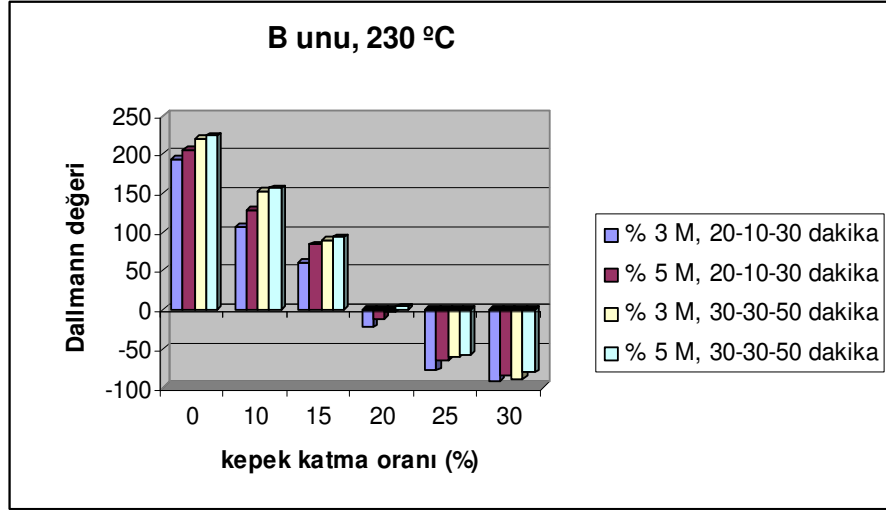
Pişirme sıcaklığı 250 °C olan A ununa ait ekmeklerde en dşşk Dallmann değeri % 30 kepek katkılı una % 3 maya katılıp 20-10-30 dakika fermentasyon programı uygulayarak yapılan ekmekte (-93.2), en yüksek Dallmann değeri ise % 5 maya katılıp 30-30-50 dakika fermentasyon programı uygulanan % 0 kepek katkılı ekmekte (240.6) saptanmıştır.

Farklı oranlarda kepek katılan B ununa % 3 maya ve % 5 maya katılıp 20-10-30 dakika ve 30-30-50 dakika fermentasyon programı uygulayarak 230 °C ve 250 °C’ de pişirilen ekmeklerin Dallmann değerleri şahit ekmeklere göre daha dşşk bulunmuştur (izelge 4.7 ve izelge 4.8).

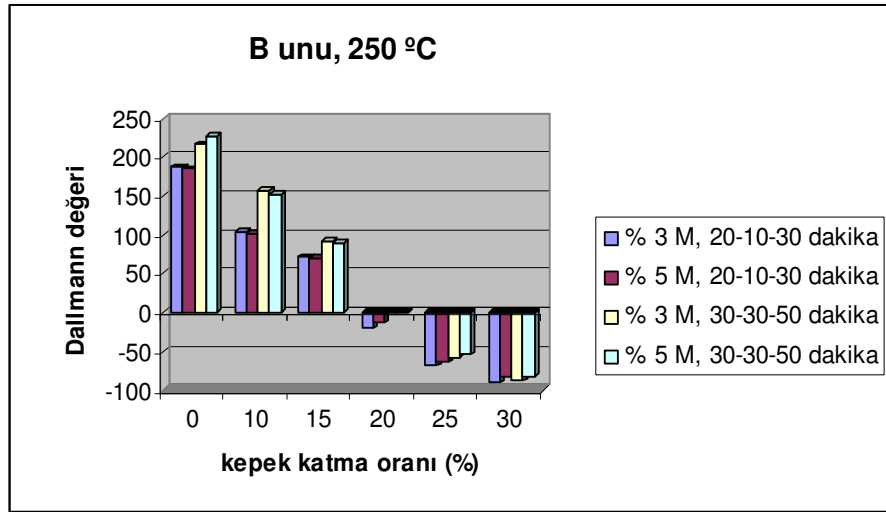
230 °C ve 250 °C’ de pişirilen B ununa ait ekmeklerde uygulanan fermentasyon süresi ve maya miktarı arttıķa ekmek rneklerinin Dallmann değerleri de artmıştır. En dşşk Dallmann değeri % 30 kepek katkılı ekmeklerden elde edilirken, en yüksek Dallmann değeri % 0 kepek katkılı ekmeklerde bulunmuştur (şekil 4.15 ve şekil 4.16).

Pişirme sıcaklığı 230 °C olan B ununa ait ekmeklerde en dşşk Dallmann değeri % 30 kepek katkılı una % 3 maya katılıp 20-10-30 dakika fermentasyon programı uygulanan ekmekte (-92.3) saptanırken, en yüksek değer ise % 5 maya katılıp 30-30-50 dakika fermentasyon programı uygulanan % 0 kepek katkılı ekmekten (223.1) elde edilmiştir.

Pişirme sıcaklığı 250 °C olarak uygulanan B ununa ait ekmeklerde en dşşk Dallmann değeri % 30 kepek katkılı una % 3 maya miktarı ve 20-10-30 dakika fermentasyon programı uygulanan ekmekte (-90.2), en yüksek Dallmann değeri ise % 5 maya miktarı ve 30-30-50 dakika fermentasyon programı uygulanan % 0 kepek katkılı ekmekte (227.3) tespit edilmiştir.



Şekil 4.15 B ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 230 °C’de pişirilmiş ekmeklerin Dallmann değerleri



Şekil 4.16 B ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 250 °C’de pişirilmiş ekmeklerin Dallmann değerleri

Değişik oranlarda kepek katılan unlara farklı maya miktarı ve fermentasyon programı uygulanmış ve farklı fırın sıcaklığında pişirilmiş ekmek örneklerinin Dallmann değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.17' de verilmiştir.

Un, kepek katma oranı, maya miktarı ve fermentasyon süresinin örneklerin Dallmann değerleri üzerinde istatistiksel olarak önemli olduğu Çizelge 4.17' de verilen varyans analiz sonuçlarında görülmektedir ($P < 0.05$). Fırın sıcaklığı ise örneklerin Dallmann değerleri üzerinde istatistiksel olarak önemli bir fark yaratmamıştır ($P > 0.05$). Faktörler arasındaki ikili interaksiyonlardan un x kepek, kepek x fermentasyon, kepek x sıcaklık ve maya x sıcaklık etkileşimlerinin örneklerin Dallmann değerleri üzerindeki etkileri $P < 0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Faktörler arasındaki üçlü interaksiyonlardan un x kepek x fermentasyon, un x maya x fermentasyon, un x maya x sıcaklık ve maya x fermentasyon x sıcaklık etkileşimleri ile dördü interaksiyonlardan un x kepek x maya x fermentasyon etkileşimlerinin örneklerin Dallmann değerleri üzerindeki etkileri istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Farklı unlardan elde edilen ekmeklerin Dallmann değerleri ortalamalarının verildiği çizelgeye göre A ununa ait ekmeklerin Dallmann değerleri, B ununa ait örneklere göre daha yüksek bulunmuştur. Örneklerin Dallmann değerleri, A unu için 54.53 ve B unu için 43.77 olarak saptanmıştır (Çizelge 4.10).

Farklı oranlarda kepek katılarak elde edilen kepekli unlardan yapılan ekmeklerin Dallmann değerleri ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarında da görüldüğü gibi farklı oranlarda kepek içeren ekmeklerin Dallmann değerleri ortalamaları istatistiksel olarak birbirlerinden farklı bulunmuştur ($P < 0.05$) (Çizelge 4.11). En düşük Dallmann değeri % 30 kepek katkılı ekmeklerde (-84.20), en yüksek Dallmann değeri ise % 0 kepek katkılı ekmeklerde (216.92) tespit edilmiştir. Araştırmada kullanılan ekmeklerin Dallmann değerleri kepek katma oranına bağlı olarak azalmıştır.

Çizelge 4.17 Kepek katkılı unlara farklı maya oranı ve farklı fermentasyon programı uygulanıp farklı fırın sıcaklığında pişirilerek elde edilen ekmek örneklerinin Dallmann değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Değişken	SD	KO	P değeri
un	1	2781.03	.000
kepek	5	220395.437	.000
maya	1	813.753	.000
fermentasyon	1	9574.018	.000
sıcaklık	1	22.718	.127
un x kepek	5	169.265	.000
un x maya	1	1.576	.671
un x fermentasyon	1	12.255	.250
un x sıcaklık	1	6.563	.392
kepek x maya	5	9.915	.372
kepek x fermentasyon	5	342.265	.000
kepek x sıcaklık	5	28.12	.046
maya x fermentasyon	1	29.371	.088
maya x sıcaklık	1	62.243	.020
fermentasyon x sıcaklık	1	28.058	.094
un x kepek x maya	5	10.403	.349
un x kepek x fermentasyon	5	228.309	.000
un x kepek x sıcaklık	5	21.238	.094
un x maya x fermentasyon	1	48.025	.036
un x maya x sıcaklık	1	98.618	.006
un x fermentasyon x sıcaklık	1	10.868	.277
kepek x maya x fermentasyon	5	2.963	.864
kepek x maya x sıcaklık	5	20.104	.107
maya x fermentasyon x sıcaklık	1	62.243	.020
un x kepek x maya x fermentasyon	5	30.264	.038
un x kepek x fermentasyon x sıcaklık	5	8.065	.474
un x maya x fermentasyon x sıcaklık	1	14.805	.209
kepek x maya x fermentasyon x sıcaklık	5	14.94	.196
Hata	10	8.207	

Farklı oranlarda maya katılarak elde edilen ekmeklerin Dallmann değerleri ortalamaları, % 3 maya oranında 46.24 ve % 5 maya oranında 52.06 olarak saptanmıştır. Dallmann değerlerinin maya miktarındaki artışa bağlı olarak arttığı görülmüştür (Çizelge 4.12).

Farklı sürelerde fermentasyon programı uygulanarak yapılan ekmek örneklerinin Dallmann değerleri ortalamaları, 20-10-30 dakika ve 30-30-50 dakika fermentasyon programı uygulandığında 39.17 ve 59.14 olarak belirlenmiştir. Örneklerin Dallmann değerleri fermentasyon süresi ile paralel artış göstermiştir (Çizelge 4.13).

Farklı sıcaklıklarda pişirilerek elde edilen ekmek örneklerinin Dallmann değerleri ortalamaları, pişirme sıcaklığı 230 °C ve 250 °C olarak uygulandığında istatistiksel olarak birbirinden farksız olup 49.64 ve 48.67 olarak saptanmıştır.($P>0.05$)(Çizelge 4.14).

4.6 Kepekli Ekmeklerin Fitat Fosforu, Fitik Asit, Toplam Fosfor ve Toplam Fosforun Yüzdesi Olarak Fitat Fosforu Değerleri

A ve B unlarına farklı oranlarda (% 0, % 10, % 15, % 20, % 25, % 30) kepek katılarak elde edilen kepekli unlara iki farklı maya oranı (% 3 ve % 5) ve iki farklı fermentasyon programı (20-10-30 dakika ve 30-30-50 dakika) uygulayarak ve iki farklı fırın sıcaklığında (230 °C’de 35 dakika ve 250 °C’de 25 dakika) pişirilerek elde edilen ekmeklerinin fitat fosforu, fitik asit, toplam fosfor ve toplam fosforun %’ si olarak fitat fosforu değerleri sırasıyla Çizelge 4.18-4.21’ de verilmiştir.

4.6.1 Fitat fosforu miktarı

A ununa farklı oranlarda kepek katılarak elde edilen kepekli unlara % 3 maya ve % 5 maya katılıp 20-10-30 dakika ve 30-30-50 dakika fermentasyon programı uygulayarak 230 °C ve 250 °C’ de pişirilen ekmeklerin fitat fosforu miktarları şahit ekmeklere göre yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.18 ve Çizelge 4.19).

A ununa farklı oranlarda kepek katılıp 230 °C ve 250 °C’ de pişirilen ekmeklerin fitat fosforu miktarları % 3 maya katılan örneklerde % 5 maya katılan örneklerde göre, 20-10-30 dakika fermentasyon uygulanan örneklerde ise 30-30-50 dakika fermentasyon uygulanan örneklerde göre daha yüksek çıkmıştır. En düşük fitat fosforu miktarları % 5 maya katılan ve 30-30-50 dakika fermentasyon programı uygulanan % 0 kepek katkılı örneklerden elde edilirken, en yüksek değerler ise % 30 kepek katkılı una % 3 maya katılıp 20-10-30 dakika fermentasyon programı uygulanan ekmeklerde bulunmuştur (Şekil 4.17 ve Şekil 4.18).

Piştirme sıcaklığı 230 °C olan A ununa ait ekmeklerde en düşük fitat fosforu miktarı % 5 maya katılıp 30-30-50 dakika fermentasyon programı uygulayarak yapılan % 0 kepek katkılı ekmekte (12.0 mg/100g), en yüksek fitat fosforu miktarı ise % 30 kepekli örneğe % 3 maya katılıp 20-10-30 dakika fermentasyon programı uygulanan ekmekte (129.7 mg/100g) bulunmuştur.

Çizelge 4.18 A ununa farklı oranlarda kepek ve farklı oranlarda maya katılıp değişik fermentasyon programı uygulanmış ve 230°C’ de 35 dakika pişirilmiş ekmeklerin fitat fosforu, fitik asit, toplam fosfor miktarları ve toplam fosforun %’ si olarak fitat fosforu değerleri

Kepek katma oranı (%)	Maya miktarı (%)	Fitat fosforu miktarı* (mg/100g)		Fitik asit miktarı* (mg/100g)		Toplam fosfor miktarı* (mg/100g)		Toplam fosforun %' si olarak fitat fosforu	
		20-10-30 dk	30-30-50 dk	20-10-30 dk	30-30-50 dk	20-10-30 dk	30-30-50 dk	20-10-30 dk	30-30-50 dk
0	3	14.9	13.2	52.8	46.8	80.6	83.9	18.5	15.7
10		49.1	42.5	174.1	150.7	178.3	181.4	27.5	23.4
15		66.4	59.7	235.5	211.7	225.1	227.9	29.5	26.2
20		84.7	75.9	300.3	269.1	271.6	273.7	31.2	27.7
25		105.2	96.2	373.0	341.1	320.2	322.6	32.9	29.8
30		129.7	120.3	459.9	426.6	368.3	370.7	35.2	32.5
0	5	13.5	12.0	47.9	42.6	84.1	87.0	16.1	13.8
10		43.8	39.2	155.3	139.0	180.9	183.6	24.2	21.4
15		61.2	55.1	217.0	195.4	228.1	230.9	26.8	23.9
20		80.0	71.9	283.7	255.0	274.2	276.5	29.2	26.0
25		99.8	90.1	353.9	319.5	323.4	326.2	30.9	27.6
30		122.1	113.9	433.0	403.9	370.9	372.9	32.9	30.5

* Kuru madde üzerinden verilmiştir.

Çizelge 4.19 A ununa farklı oranlarda kepek ve farklı oranlarda maya katılıp değişik fermentasyon programı uygulanmış ve 250°C' de 25 dakika pişirilmiş ekmeklerin fitat fosforu, fitik asit, toplam fosfor miktarları ve toplam fosforun %' si olarak fitat fosforu değerleri

Kepek katma oranı (%)	Maya miktarı (%)	Fitat fosforu miktarı* (mg/100g)		Fitik asit miktarı* (mg/100g)		Toplam fosfor miktarı* (mg/100g)		Toplam fosforun %' si olarak fitat fosforu	
		20-10-30 dk	30-30-50 dk	20-10-30 dk	30-30-50 dk	20-10-30 dk	30-30-50 dk	20-10-30 dk	30-30-50 dk
0	3	14.1	12.2	50.0	43.3	80.5	83.9	17.5	14.5
10		47.5	41.5	168.4	147.2	178.7	181.4	26.6	22.9
15		65.1	57.6	230.8	204.2	226.2	226.5	28.8	25.4
20		82.5	73.7	292.5	261.3	270.3	272.8	30.5	27.0
25		104.3	95.2	369.8	337.6	320.0	323.0	32.6	29.5
30		127.9	117.3	453.5	415.9	367.5	370.7	34.8	31.6
0	5	12.5	11.0	44.3	39.0	84.4	87.5	14.8	12.6
10		42.3	36.8	150.0	130.5	181.3	183.2	23.3	20.1
15		56.9	50.9	201.8	180.5	227.8	230.5	25.0	22.1
20		75.9	64.3	269.1	228.0	274.2	276.0	27.7	23.3
25		94.7	84.2	335.8	298.6	323.7	325.2	29.3	25.9
30		117.1	105.3	415.2	373.4	370.2	373.0	31.6	28.2

* Kuru madde üzerinden verilmiştir.

Çizelge 4.20 B ununa farklı oranlarda kepek ve farklı oranlarda maya katılıp değişik fermentasyon programı uygulanmış ve 230°C’ de 35 dakika pişirilmiş ekmeklerin fitat fosforu, fitik asit, toplam fosfor miktarları ve toplam fosforun %’ si olarak fitat fosforu değerleri

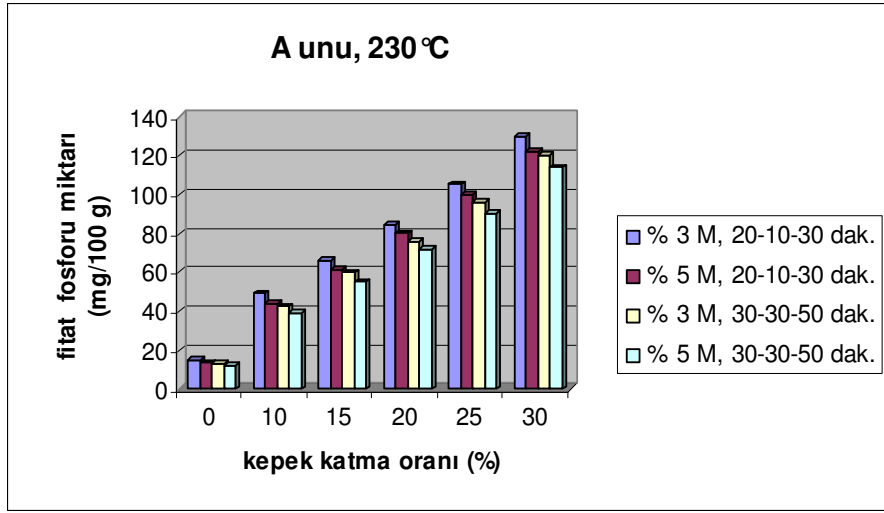
Kepek katma oranı (%)	Maya miktarı (%)	Fitat fosforu miktarı* (mg/100g)		Fitik asit miktarı* (mg/100g)		Toplam fosfor miktarı* (mg/100g)		Toplam fosforun %' si olarak fitat fosforu	
		20-10-30 dk	30-30-50 dk	20-10-30 dk	30-30-50 dk	20-10-30 dk	30-30-50 dk	20-10-30 dk	30-30-50 dk
0	3	15.6	13.4	55.3	47.5	94.6	97.6	16.5	13.7
10		50.6	45.9	179.4	162.8	189.7	192.6	26.7	23.8
15		69.3	63.4	245.7	224.8	235.1	237.8	29.5	26.7
20		86.1	79.5	305.3	281.9	282.8	285.0	30.4	27.9
25		108.7	100.0	385.5	354.6	329.5	332.2	33.0	30.1
30		135.2	122.6	479.4	434.7	376.0	378.1	36.0	32.4
0	5	13.7	11.9	48.6	42.2	97.9	100.8	14.0	11.8
10		45.9	41.8	162.8	148.2	192.6	195.7	23.8	21.4
15		63.1	57.2	223.8	202.8	239.2	241.8	26.4	23.7
20		80.9	72.6	286.9	257.4	284.9	287.6	28.4	25.2
25		102.7	91.8	364.2	325.5	332.2	334.2	30.9	27.5
30		123.6	114.4	438.3	405.7	381.2	382.5	32.4	29.9

* Kuru madde üzerinden verilmiştir.

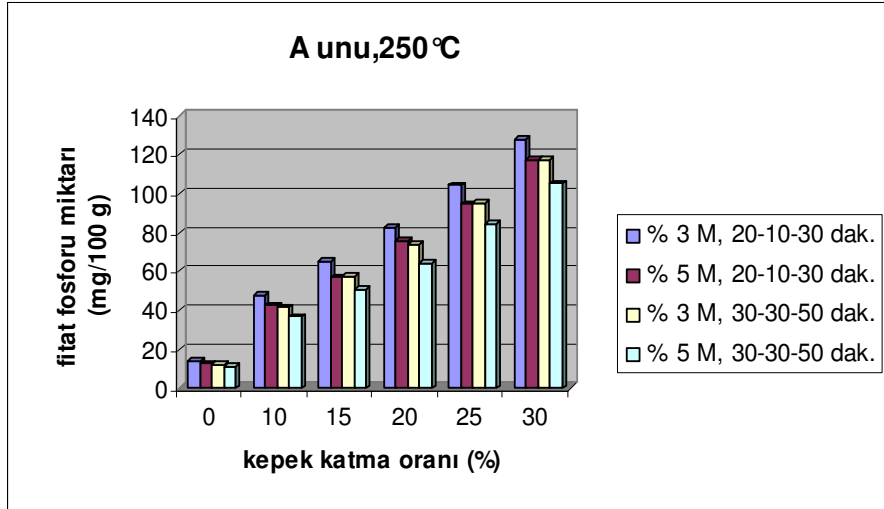
Çizelge 4.21 B ununa farklı oranlarda kepek ve farklı oranlarda maya katılıp değişik fermentasyon programı uygulanmış ve 250°C' de 25 dakika pişirilmiş ekmeklerin fitat fosforu, fitik asit, toplam fosfor miktarları ve toplam fosforun %' si olarak fitat fosforu değerleri

Kepek katma oranı (%)	Maya miktarı (%)	Fitat fosforu miktarı* (mg/100g)		Fitik asit miktarı* (mg/100g)		Toplam fosfor miktarı* (mg/100g)		Toplam fosforun %' si olarak fitat fosforu	
		20-10-30 dk	30-30-50 dk	20-10-30 dk	30-30-50 dk	20-10-30 dk	30-30-50 dk	20-10-30 dk	30-30-50 dk
0	3	15.0	12.9	53.2	45.7	94.8	98.0	15.8	13.2
10		48.8	42.1	173.0	149.3	189.1	192.2	25.8	21.9
15		66.3	59.7	235.1	211.7	234.5	237.1	28.3	25.2
20		83.7	78.6	296.8	278.7	283.4	285.0	29.5	27.6
25		106.1	98.3	376.2	348.6	329.5	332.2	32.2	29.6
30		129.6	120.4	459.6	426.9	376.6	379.1	34.4	31.8
0	5	13.4	11.3	47.5	40.1	96.5	101.0	13.9	11.2
10		42.8	36.0	151.8	127.7	192.6	195.2	22.2	18.4
15		59.2	49.6	209.9	175.9	239.8	241.3	24.7	20.6
20		75.1	65.8	266.3	233.3	285.5	288.0	26.3	22.8
25		95.3	87.5	337.9	310.3	331.7	334.2	28.7	26.2
30		118.6	107.6	420.6	381.5	381.0	383.0	31.1	28.1

* Kuru madde üzerinden verilmiştir.



Şekil 4.17 A ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 230 °C’de pişirilmiş ekmeklerin fitat fosforu miktarları



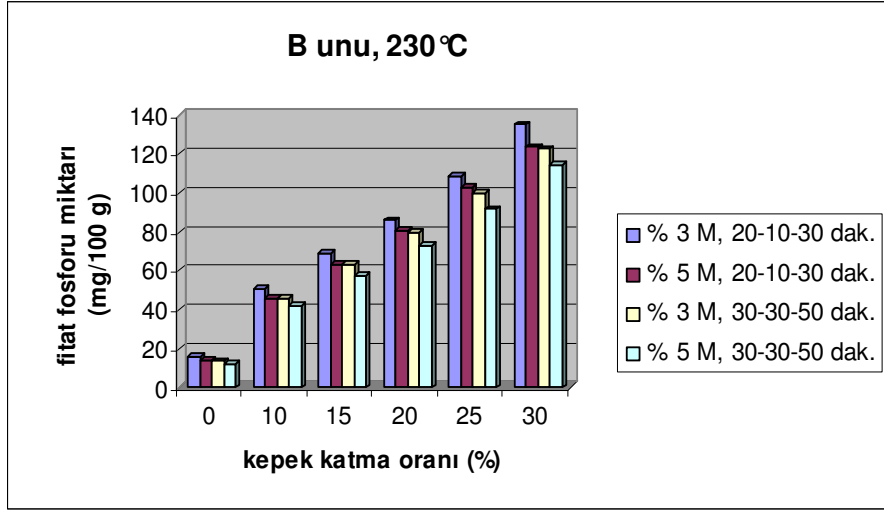
Şekil 4.18 A ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 250 °C’de pişirilmiş ekmeklerin fitat fosforu miktarları

Pişirme sıcaklığı 250 °C olan A ununa ait ekmekler içerisinde en dşşk fitat fosforu miktarı % 5 maya katılıp 30-30-50 dakika fermentasyon programı uygulayarak yapılan % 0 kepek katkılı ekmekten (11.0 mg/100g), en yüksek değer ise % 30 kepekli örneğe % 3 maya katılıp 20-10-30 dakika fermentasyon programı uygulanan ekmekten (127.9 mg/100g) elde edilmiştir.

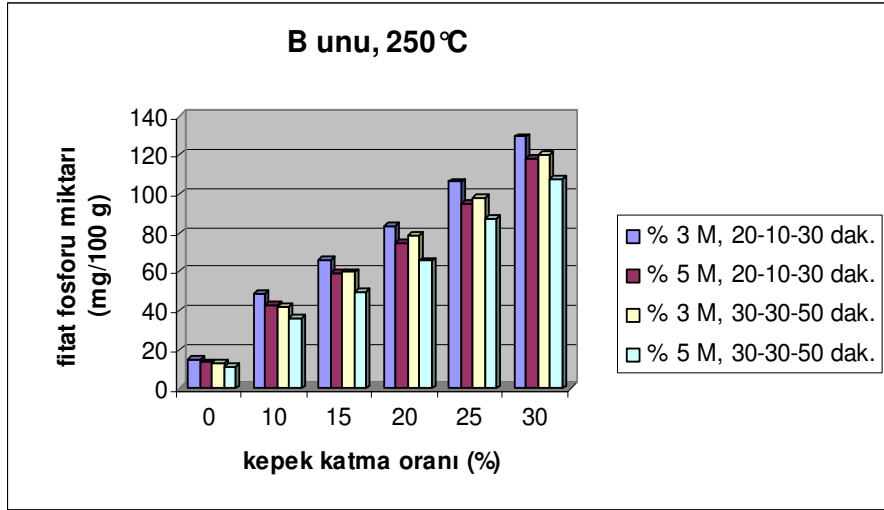
A ununa farklı oranlarda maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulayarak 230 °C’ de pişirilen ekmeklerin fitat fosforu miktarları, 250 °C’ de pişirilen ekmeklere göre daha yüksek çıkmıştır.

Farklı oranlarda kepek katkılı B ununa % 3 ve % 5 maya katılıp 20-10-30 dakika ve 30-30-50 dakika fermentasyon programı uygulayarak 230 °C ve 250 °C’ de pişirilen ekmeklerin fitat fosforu miktarları şahit ekmeklere göre yüksek bulunmuştur (izelge 4.20 ve izelge 4.21).

Farklı fermentasyon süresi ve farklı maya miktarı uygulanmış B ununa ait ekmeklerin fitat fosforu miktarları % 3 maya katılan ekmeklerde % 5 maya katılanlara göre, 20-10-30 dakika fermentasyon programı uygulanan ekmeklerde ise 30-30-50 dakika fermentasyon programı uygulananlara göre daha yüksek çıkmıştır. En dşşk fitat fosforu miktarı % 5 maya katılan ve 30-30-50 dakika fermentasyon programı uygulanan % 0 kepek katkılı örneklerde, en yüksek değerler ise % 30 kepek katkılı una % 3 maya katılıp 20-10-30 dakika fermentasyon programı uygulanan ekmeklerde bulunmuştur (şekil 4.19 ve şekil 4.20).



Şekil 4.19 B ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 230 °C’de pişirilmiş ekmeklerin fitat fosforu miktarları



Şekil 4.20 B ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 250 °C’de pişirilmiş ekmeklerin fitat fosforu miktarları

Pişirme sıcaklığı 230 °C olarak uygulanan B ununa ait ekmeklerde en düşük fitat fosforu miktarı % 5 maya katılıp 30-30-50 dakika fermentasyon programı uygulayarak yapılan % 0 kepek katkılı ekmekte (11.9 mg/100g), en yüksek fitat fosforu miktarı ise % 30 kepekli örneğe % 3 maya katılıp 20-10-30 dakika fermentasyon programı uygulanan ekmekte (135.2 mg/100g) saptanmıştır.

250 °C’ de pişirilen B ununa ait ekmeklerde en düşük fitat fosforu miktarı % 5 maya katılıp 30-30-50 dakika fermentasyon programı uygulayarak yapılan % 0 kepek katkılı ekmekte (11.3 mg/100g), en yüksek değer ise % 30 kepekli örneğe % 3 maya katılıp 20-10-30 dakika fermentasyon programı uygulanan ekmekte (129.6 mg/100g) tespit edilmiştir.

Pişirme sıcaklığı 230 °C olan B ununa ait ekmeklerin fitat fosforu miktarları, 250 °C’ de pişirilen ekmeklere göre daha yüksek çıkmıştır.

Değişik oranlarda kepek katkılı unlara farklı oranlarda maya katılıp farklı fermentasyon programı ve farklı fırın sıcaklığı uygulanmış ekmek örneklerinin fitat fosforu değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.22’ de verilmiştir.

Çizelgeden de görüldüğü gibi un, kepek katma oranı, maya miktarı, fermentasyon süresi ve fırın sıcaklığının örneklerin fitat fosforu miktarı üzerine etkilerinin istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır ($P<0.05$). Faktörler arasındaki ikili interaksiyonlardan un x kepek, un x maya, un x sıcaklık, kepek x maya, kepek x fermentasyon, kepek x sıcaklık ve maya x sıcaklık etkileşimlerinin örneklerin fitat fosforu miktarları üzerindeki etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Kepek x maya x sıcaklık ve maya x fermentasyon x sıcaklık üçlü interaksiyonları örneklerin fitat fosforu miktarları üzerinde istatistiksel olarak önemli etki yaratmıştır ($P<0.05$).

Çizelge 4.22 Kepek katkılı unlara farklı maya oranı ve farklı fermentasyon programı uygulanıp farklı fırın sıcaklığında pişirilerek elde edilen ekmek örneklerinin fitat fosforu değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Değişken	SD	KO	P değeri
un	1	70.727	.000
kepek	5	23545.634	.000
maya	1	1015.300	.000
fermentasyon	1	1177.400	.000
sıcaklık	1	252.850	.000
un x kepek	5	2.211	.011
un x maya	1	8.050	.001
un x fermentasyon	1	.400	.344
un x sıcaklık	1	2.870	.024
kepek x maya	5	35.773	.000
kepek x fermentasyon	5	36.449	.000
kepek x sıcaklık	5	7.978	.000
maya x fermentasyon	1	.602	.251
maya x sıcaklık	1	38.002	.000
fermentasyon x sıcaklık	1	1.927	.054
un x kepek x maya	5	.497	.365
un x kepek x fermentasyon	5	.960	.115
un x kepek x sıcaklık	5	.901	.132
un x maya x fermentasyon	1	.960	.155
un x maya x sıcaklık	1	.107	.619
un x fermentasyon x sıcaklık	1	.540	.275
kepek x maya x fermentasyon	5	1.078	.088
kepek x maya x sıcaklık	5	2.785	.005
maya x fermentasyon x sıcaklık	1	2.870	.024
un x kepek x maya x fermentasyon	5	.396	.476
un x kepek x fermentasyon x sıcaklık	5	1.317	.053
un x maya x fermentasyon x sıcaklık	1	.070	.686
kepek x maya x fermentasyon x sıcaklık	5	.742	.194
Hata	10	.405	

Farklı unlardan yapılan ekmek örneklerinin fitat fosforu değerlerinin ortalamaları Çizelge 4.23' de verilmiştir.

Çizelge 4.23 Farklı unlardan elde edilen ekmek örneklerinin ortalama fitat fosforu, fitik asit ve toplam fosfor değerleri

Un	n	Fitat fosforu miktarı (mg/100g)	Fitik asit miktarı (mg/100g)	Toplam fosfor miktarı (mg/100g)
A unu	48	67.73 ± 5.12	240.18 ± 18.16	243.37 ± 13.71
B unu	48	69.45 ± 5.22	246.27 ± 18.51	254.23 ± 13.49

± Standart hata

A ununa ait ekmeklerin fitat fosforu ortalamaları, B ununa ait ekmeklere göre daha düşük bulunmuştur. A unundan yapılan ekmeklerin fitat fosforu değeri 67.73 mg/100g iken, B ununa ait ekmeklerde 69.45 mg/100g olarak saptanmıştır. B ununun fitat fosforu miktarı A ununa göre daha yüksek olduğundan, B unundan yapılan ekmeklerin fitat fosforu miktarlarının da daha yüksek olması muhtemeldir.

Farklı oranlarda kepek katılarak elde edilen kepekli unlardan yapılan ekmeklerin fitat fosforu değerlerinin ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.24' de verilmiştir.

Çizelge 4.24 Farklı oranlarda kepek katılarak elde edilen kepekli unlardan yapılan ekmeklerin fitat fosforu, fitik asit ve toplam fosfor değerleri ortalamalarına ait Duncan testi sonuçları *

Kepek katma oranı (%)	n	Fitat fosforu miktarı (mg/100g)	Fitik asit miktarı (mg/100g)	Toplam fosfor miktarı (mg/100g)
0	16	13.16 ± 0.33 F	46.68 ± 1.17 F	90.82 ± 1.86 F
10	16	43.54 ± 1.06 E	154.39 ± 3.75E	186.78 ± 1.55E
15	16	60.04 ± 1.38 D	212.91 ± 4.88 D	233.10 ± 1.47 D
20	16	76.95 ± 1.58 C	272.85 ± 5.60 C	279.47 ± 1.57 C
25	16	97.51 ± 1.74 B	345.76 ± 6.17 B	327.50 ± 1.25 B
30	16	120.35 ± 2.00 A	426.76 ± 7.09 A	375.11 ± 1.31 A

*Farklı harfler ile gösterilen değerler birbirinden farklıdır (P<0.05)

± Standart hata

Farklı oranlarda kepek içeren ekmeklerin fitat fosforu değerlerinin ortalamaları istatistiksel olarak birbirlerinden farklı bulunmuştur (P<0.05)

Çizelge 4.24’ den de görüldüğü gibi ekmek örnekleri içerisinde en düşük fitat fosforu değeri % 0 kepek katkılı örneklerde (13.16 mg/100g) bulunurken, en yüksek fitat fosforu değeri ise % 30 kepek katkılı ekmeklerden (120.35 mg/100g) elde edilmiştir. Kepeğin fitat fosforu miktarı una göre daha fazla olduğundan farklı oranlarda kepek katılan ekmek örneklerinin fitat fosforu değerleri kepek katma oranına bağlı olarak artmıştır.

Unlara farklı oranlarda maya katılarak yapılan ekmek örneklerinin fitat fosforu değerlerinin ortalamaları Çizelge 4.25’ de verilmiştir.

Çizelge 4.25 Farklı oranlarda maya katılarak yapılan ekmek örneklerinin ortalama fitat fosforu, fitik asit ve toplam fosfor değerleri

Maya miktarı (%)	n	Fitat fosforu miktarı (mg/100g)	Fitik asit miktarı (mg/100g)	Toplam fosfor miktarı (mg/100g)
3	48	71.84 ± 5.34	254.75 ± 18.92	247.26 ± 13.62
5	48	65.34 ± 4.96	231.70 ± 18.59	250.34 ± 13.62

± Standart hata

Çizelgeden de görüldüğü gibi % 3 maya katılan ekmek örneklerinin fitat fosforu ortalama değeri 71.84 mg/100g olarak bulunurken, % 5 maya katılan ekmek örneklerinin fitat fosforu ortalama değeri 65.34 mg/100g’ dır. Örneklerin fitat fosforu miktarları maya miktarı arttıkça azalmıştır. Yapılan bir araştırmada ekmek yapımı sırasında fitat parçalanmasının mayadan gelen fitaza bağlı olarak arttığı belirtilmiştir (Harland and Harland 1980).

Türk *et al.* (1996) tarafından yapılan bir çalışmada yaş maya katılarak yapılan buğday ekmeklerindeki fitat miktarı 2.47 µmol/g iken maya katılmadan yapılan ekmeklerde bu değer 3.00 µmol/g olarak saptanmıştır. Maya katılarak yapılan ekmeklerdeki fitat kaybının, maya katılmadan yapılan ekmeklere göre daha yüksek olduğu belirtilmiştir.

Farklı sürelerde fermentasyon programı uygulayarak yapılan ekmek örneklerinin fitat fosforu değerlerinin ortalaması Çizelge 4.26’ da verilmiştir.

Çizelge 4.26 Farklı sürelerde fermentasyon programı uygulayarak yapılan ekmek örneklerinin ortalama fitat fosforu, fitik asit ve toplam fosfor değerleri

Fermentasyon süresi (dakika)	n	Fitat fosforu miktarı (mg/100g)	Fitik asit miktarı (mg/100g)	Toplam fosfor miktarı (mg/100g)
20-10-30	48	72.09 ± 5.34	255.64 ± 18.92	247.53 ± 13.66
30-30-50	48	65.09 ± 4.95	230.81 ± 17.57	250.07 ± 13.60

± Standart hata

Fermentasyon programı 20-10-30 dakika ve 30-30-50 dakika olarak uygulandığında örneklerin fitat fosforu ortalama değerleri 72.09 mg/100g ve 65.09 mg/100g olarak saptanmıştır. Fitat fosforu miktarlarının fermentasyon süresine bağlı olarak azaldığı görülmüştür.

Yapılan çalışmalarda uygulanan fermentasyon süresinin artışına bağlı olarak örneklerin fitat fosforu miktarlarında azalma olduğu ifade edilmiştir (Reddy and Salunkhe 1980, Chompreeda and Fields 1981).

Lopez *et al.* (2003) tarafından yapılan bir çalışmada ekmek yapımı sırasında undaki fitazın fermentasyon sırasında aktif hale geçerek fitat içeriğini % 13-% 100 arasında düşürdüğü belirtilmiştir.

Yapılan bir çalışmada % 0.55 maya katılarak ve 1.30 saat fermentasyon uygulanarak yapılan ekmeklerde fermentasyondan önce hamurdaki fitat miktarı 212 mg/100g iken, pişirme işleminden sonra bu değer 136 mg/100g olarak saptanmıştır. Pişirme işleminden sonra fitat parçalanmasının % 36 olduğu tespit edilmiştir (Almana 2000).

Farklı fırın sıcaklıklarında pişirilen ekmek örneklerinin fitat fosforu değerlerinin ortalaması Çizelge 4.27' de verilmiştir

Çizelge 4.27 Farklı sıcaklıklarda pişirilerek elde edilen ekmek örneklerinin ortalama fitat fosforu, fitik asit ve toplam fosfor değerleri

Fırın Sıcaklığı (°C)	n	Fitat fosforu miktarı (mg/100g)	Fitik asit miktarı (mg/100g)	Toplam fosfor miktarı (mg/100g)
230	48	70.22 ± 5.24	248.98 ± 18.58	248.85 ± 13.62
250	48	66.97 ± 5.09	237.47 ± 18.07	248.75 ± 13.63

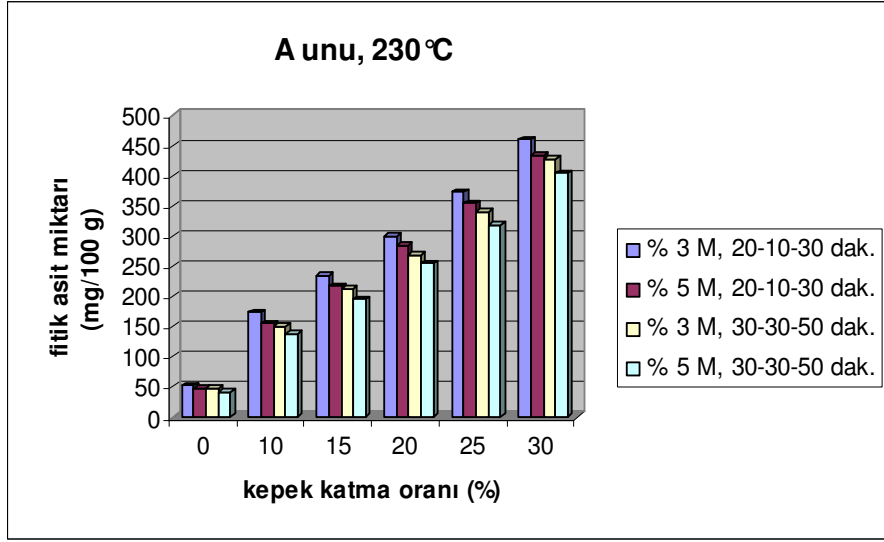
± Standart hata

230 °C’ de pişirilen ekmeklerin fitat fosforu ortalama değeri 70.22 mg/100g, 250 °C’de pişirilen ekmeklerin fitat fosforu ortalama değeri ise 66.97 mg/100g olarak bulunmuştur. Örneklerin fitat fosforu miktarları yüksek sıcaklıkta kısa süre pişirme programı uygulandığında azalmıştır.

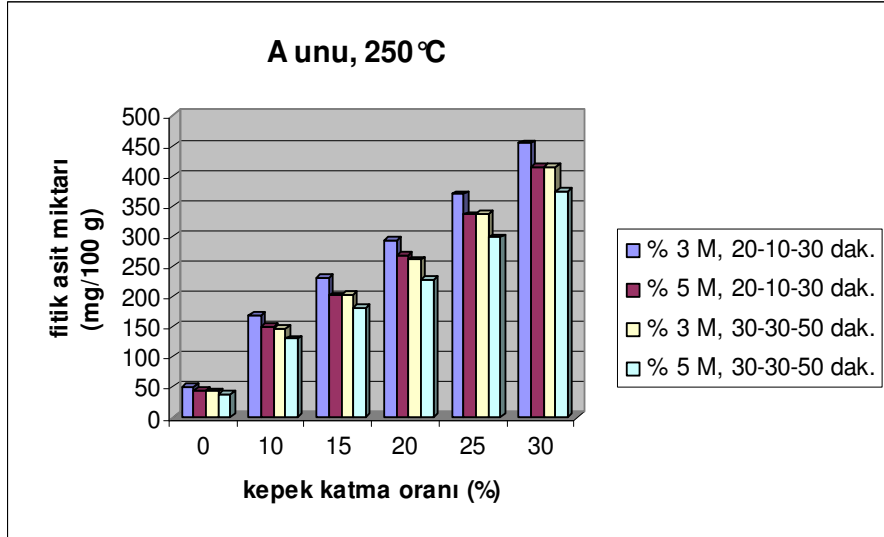
4.6.2 Fitik asit miktarı

Farklı oranlarda kepek katılan A ununa % 3 maya ve % 5 maya katılıp 20-10-30 dakika ve 30-30-50 dakika fermentasyon programı uygulayarak 230 °C ve 250 °C’ de pişirilen ekmeklerin fitik asit miktarları şahit ekmeklere göre daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.18 ve Çizelge 4.19)

A ununa farklı oranlarda kepek katılıp 230 °C ve 250 °C’ de pişirilen ekmeklerin fitik asit miktarları % 3 maya katılan örneklerde % 5 maya katılan örneklere göre, 20-10-30 dakika fermentasyon programı uygulanan örneklerde ise 30-30-50 dakika fermentasyon programı uygulanan örneklere göre daha yüksek çıkmıştır. A ununa ait ekmeklerin fitik asit miktarlarında en düşük değerler % 5 maya katılan ve 30-30-50 dakika fermentasyon programı uygulanan % 0 kepek katkılı örneklerden elde edilirken, en yüksek değerler ise % 30 kepek katkılı una % 3 maya katılıp 20-10-30 dakika fermentasyon programı uygulanan ekmeklerde bulunmuştur (Şekil 4.21 ve Şekil 4.22).



Şekil 4.21 A ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 230 °C’de pişirilmiş ekmeklerin fitik asit miktarları



Şekil 4.22 A ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 250 °C’de pişirilmiş ekmeklerin fitik asit miktarları

230 °C’ de pişirilen A ununa ait ekmeklerde en düşük fitik asit miktarı % 5 maya katılıp 30-30-50 dakika fermentasyon programı uygulayarak yapılan % 0 kepek katkılı ekmekte (42.6 mg/100g), en yüksek fitik asit miktarı ise % 30 kepekli örneğe % 3 maya katılıp 20-10-30 dakika fermentasyon programı uygulanan ekmekte (459.9 mg/100g) bulunmuştur.

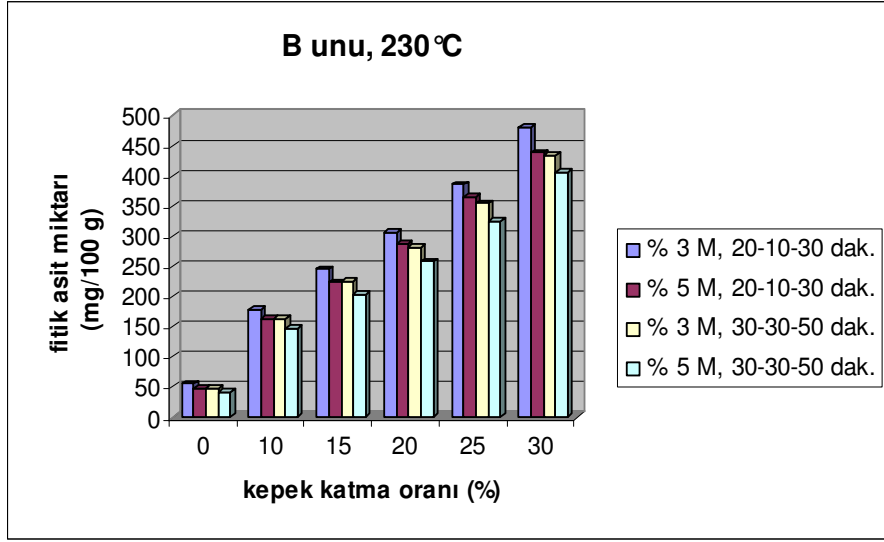
Piştirme sıcaklığı 250 °C olan A ununa ait ekmeklerde en düşük fitik asit miktarı % 5 maya katılıp 30-30-50 dakika fermentasyon programı uygulayarak yapılan şahit ekmekten (39.0 mg/100g), en yüksek değer ise % 30 kepekli örneğe % 3 maya katılıp 20-10-30 dakika fermentasyon programı uygulanan ekmekten (453.5 mg/100g) elde edilmiştir.

Farklı oranlarda maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulayarak 230 °C’ de pişirilen A ununa ait ekmeklerin fitik asit miktarları, 250 °C’ de pişirilen ekmeklere göre daha yüksek çıkmıştır.

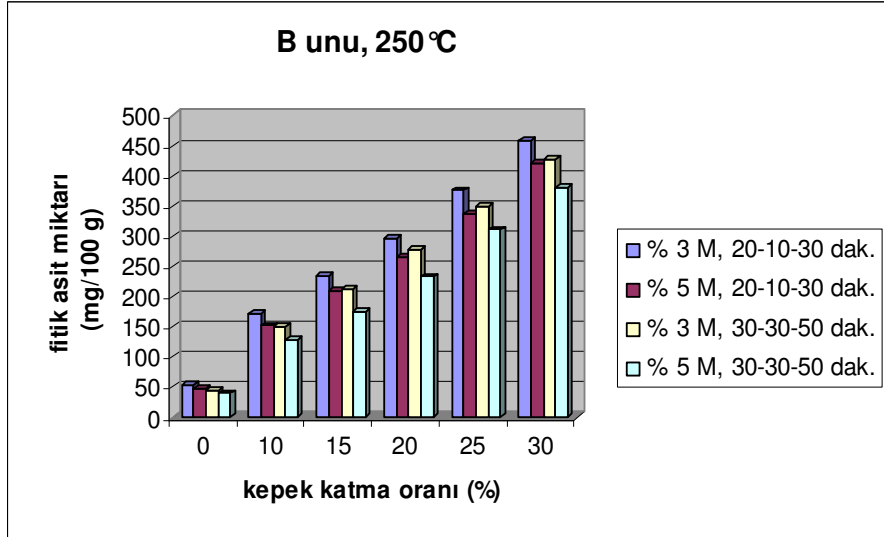
Farklı oranlarda kepek katılan B ununa % 3 ve % 5 maya katılıp 20-10-30 dakika ve 30-30-50 dakika fermentasyon programı uygulayarak 230 °C ve 250 °C’ de pişirilen ekmeklerin fitik asit miktarları şahit ekmeklere göre yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.20 ve Çizelge 4.21).

Farklı fermentasyon süresi ve farklı maya miktarı uygulanmış B ununa ait ekmeklerin fitik asit miktarları % 3 maya katılan örneklerde % 5 maya katılan örneklerle göre, 20-10-30 dakika fermentasyon programı uygulanan örneklerde ise 30-30-50 dakika fermentasyon programı uygulanan örneklerle göre daha yüksek çıkmıştır. Örneklerin fitik asit miktarlarında en düşük değerler % 5 maya katılan ve 30-30-50 dakika fermentasyon programı uygulanan % 0 kepek katkılı örneklerden elde edilirken, en yüksek değerler ise % 30 kepek katkılı una % 3 maya katılıp 20-10-30 dakika fermentasyon programı uygulanan ekmekte bulunmuştur (Şekil 4.23 ve Şekil 4.24).

Piştirme sıcaklığı 230 °C olan B ununa ait ekmeklerde en düşük fitik asit miktarı % 5 maya katılıp 30-30-50 dakika fermentasyon programı uygulayarak yapılan % 0 kepek



Şekil 4.23 B ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 230 °C’de pişirilmiş ekmeklerin fitik asit miktarları



Şekil 4.24 B ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 250 °C’de pişirilmiş ekmeklerin fitik asit miktarları

katkılı ekmeklerde (42.2 mg/100g), en yüksek fitik asit miktarı ise % 30 kepekli örneğe % 3 maya katılıp 20-10-30 dakika fermentasyon programı uygulanan ekmekte (479.4 mg/100g) bulunmuştur.

250 °C’ de pişirilen B ununa ait ekmeklerde en düşük fitik asit miktarı % 5 maya katılıp 30-30-50 dakika fermentasyon programı uygulayarak yapılan % 0 kepek katkı ekmekte (40.1 mg/100g), en yüksek değer ise % 30 kepekli örneğe % 3 maya katılıp 20-10-30 dakika fermentasyon programı uygulanan ekmekte (459.6 mg/100g) tespit edilmiştir

Farklı oranlarda kepek katkı B ununa farklı maya miktarı ve farklı fermentasyon programı uygulayarak 230 °C’ de pişirilen ekmeklerin fitik asit miktarları, 250 °C’ de pişirilen ekmeklere göre daha yüksek çıkmıştır.

Değişik oranlarda kepek katkı unlara farklı oranlarda maya katılıp farklı fermentasyon programı ve farklı fırın sıcaklığı uygulanmış ekmek örneklerinin fitik asit miktarlarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.28’ de verilmiştir.

Çizelgeden de görüldüğü gibi un, kepek katma oranı, maya miktarı, fermentasyon süresi ve fırın sıcaklığının örneklerin fitik asit miktarı üzerine etkilerinin istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır ($P<0.05$). Faktörler arasındaki ikili interaksiyonlardan un x kepek, un x maya, un x sıcaklık, kepek x maya, kepek x fermentasyon, kepek x sıcaklık ve maya x sıcaklık; üçlü interaksiyonlardan ise kepek x maya x sıcaklık ve maya x fermentasyon x sıcaklık etkileşimlerinin örneklerin fitik asit miktarı üzerindeki etkileri $P<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Farklı unlardan yapılan ekmek örneklerinin fitik asit değerlerinin ortalamaları A ununa ait ekmeklerde B ununa ait ekmeklere göre daha düşük bulunmuş olup bu değerler sırasıyla 240.18 mg/100g ve 246.27 mg/100g olarak saptanmıştır (Çizelge 4.23).

Farklı oranlarda kepek içeren ekmeklerin fitik asit değerlerinin ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi yapılmış ve farklı oranlarda kepek içeren ekmeklerin

Çizelge 4.28 Kepek katkılı unlara farklı maya oranı ve farklı fermentasyon programı uygulanıp farklı fırın sıcaklığında pişirilerek elde edilen ekmek örneklerinin fitik asit değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Değişken	SD	KO	P değeri
un	1	890.602	.000
kepek	5	296053.981	.000
maya	1	12746.650	.000
fermentasyon	1	14800.667	.000
sıcaklık	1	3183.207	.000
un x kepek	5	27.924	.011
un x maya	1	101.682	.001
un x fermentasyon	1	4.770	.354
un x sıcaklık	1	35.770	.024
kepek x maya	5	449.753	.000
kepek x fermentasyon	5	458.896	.000
kepek x sıcaklık	5	100.548	.000
maya x fermentasyon	1	7.707	.245
maya x sıcaklık	1	478.827	.000
fermentasyon x sıcaklık	1	23.800	.055
un x kepek x maya	5	6.346	.354
un x kepek x fermentasyon	5	12.033	.114
un x kepek x sıcaklık	5	11.359	.129
un x maya x fermentasyon	1	12.184	.152
un x maya x sıcaklık	1	1.354	.616
un x fermentasyon x sıcaklık	1	6.827	.272
kepek x maya x fermentasyon	5	13.515	.087
kepek x maya x sıcaklık	5	34.997	.005
maya x fermentasyon x sıcaklık	1	35.770	.024
un x kepek x maya x fermentasyon	5	5.075	.463
un x kepek x fermentasyon x sıcaklık	5	16.466	.053
un x maya x fermentasyon x sıcaklık	1	.807	.698
kepek x maya x fermentasyon x sıcaklık	5	9.310	.192
Hata	10	5.053	

fitik asit değerlerinin ortalamaları istatistiksel olarak birbirlerinden farklı bulunmuştur ($P<0.05$) (Çizelge 4.24). Ekmek örnekleri içerisinde en düşük fitik asit değeri % 0 kepek katkılı örneklerde (46.68 mg/100g), en yüksek fitik asit değeri ise % 30 kepek katkılı ekmeklerde (426.76mg/100g) bulunmuştur. Kepeğin fitik asit miktarının (2430.1 mg/100g), onların fitik asit miktarlarına (100.5 mg/100g ve 108.5 mg/100g) göre oldukça yüksek olması nedeniyle farklı oranlarda kepek katılan ekmek örneklerinin fitik asit miktarları kepek katma oranına bağlı olarak artmıştır.

Unlara farklı oranlarda maya katılarak yapılan ekmek örneklerinin fitik asit değerlerinin ortalamalarına göre % 3 maya katılan ekmek örneklerinin fitik asit değeri 254.75 mg/100g iken % 5 maya katılan örneklerin fitik asit değeri 231.70 mg/100g' dır. Örneklerin fitik asit miktarları maya miktarı artışına bağlı olarak azalmıştır (Çizelge 4.25). Özkaya vd. (2002) tarafından yapılan bir çalışmada ekmekteki fitik asit içeriğinin maya miktarına bağlı olarak azaldığı ifade edilmiştir.

Farklı sürelerde fermentasyon programı uygulayarak yapılan ekmeklerin fitik asit değerlerinin ortalamalarına göre, fermentasyon programı 20-10-30 dakika ve 30-30-50 dakika olarak uygulanan ekmek örneklerinin fitik asit değerleri 255.64 mg/100g ve 230.81 mg/100g olarak tespit edilmiştir. Fermentasyon süresi arttıkça örneklerin fitik asit miktarları azalmıştır (Çizelge 4.26).

Yapılan bir çalışmada fitik asit miktarı 869.4 mg/100g olan tam buğday unundan yapılan mayasız ekmeğin fitik asit miktarı 752.3 mg/100g iken 15, 30 ve 45 dakika fermentasyon uygulandıktan sonra bu değerler sırasıyla 662.1 mg/100g, 512.1 mg/100g ve 280.3 mg/100 g olarak tespit edilmiştir. Fermentasyon süresinin ve maya miktarının artmasıyla ekmeklerin fitik asit miktarlarının azaldığı belirtilmiştir (Qazi *et al.* 2003).

Fitik asit kaybı üzerine fermentasyonun etkisinin incelendiği çalışmalarda fermentasyon süresinin artmasıyla örneklerdeki fitik asit miktarının önemli ölçüde azaldığı bildirilmiştir (Reddy and Salunkhe 1980, Lopez *et al.* 1983, Dhanker and Chauhan 1987, Khetarpahl and Chauhan 1989, Mahgoub ve Elhag 1998, Osman 2004, Lioger *et al.* 2007).

Farklı fırın sıcaklıklarında pişirilen ekmeklerin fitik asit değerlerinin ortalaması 230 °C’ de pişirilen ekmeklerde 248.98 mg/100g iken 250 °C’ de pişirilen ekmeklerde bu değer 237.47 mg/100g olarak bulunmuştur. Yüksek fırın sıcaklığında kısa süre pişirme uygulandığında örneklerin fitik asit miktarlarının azaldığı görülmüştür (Çizelge 4.27).

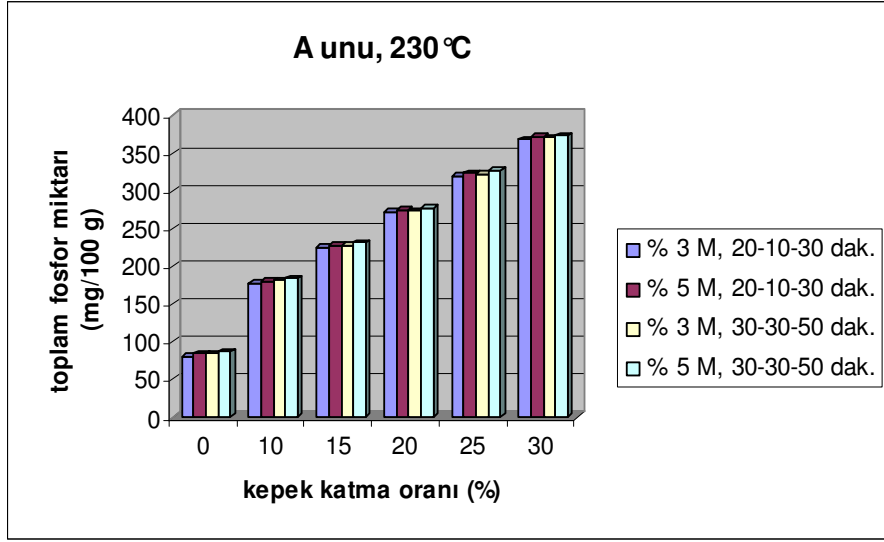
Birçok araştırmacı tarafından yapılan çalışmalarda pişirme işleminin örneklerin fitik asit miktarında % 10-% 53 arasında bir azalmaya neden olduğu belirtilmiştir (Fretzdorff and Weipert 1986, Dubliss *et al.* 1988, Khan *et al.* 1991, Ummadi *et al.* 1994). Buğdayın fitik asit miktarına ısı işlemin etkisinin incelendiği çalışmalarda uygulanan ısı işlem süresinin artmasıyla buğdaylardaki fitik asit kaybının arttığı ifade edilmiştir (Zeb *et al.* 1996, Masud *et al.* 2007).

Kim and Paik (2003) tarafından yapılan bir çalışmada buğdaylara 10 dakika boyunca uygulanan ısı işlemin (55 °C, 65 °C ve 75 °C) yaklaşık olarak % 30 oranında fitik asit kaybına neden olduğu belirtilmiştir.

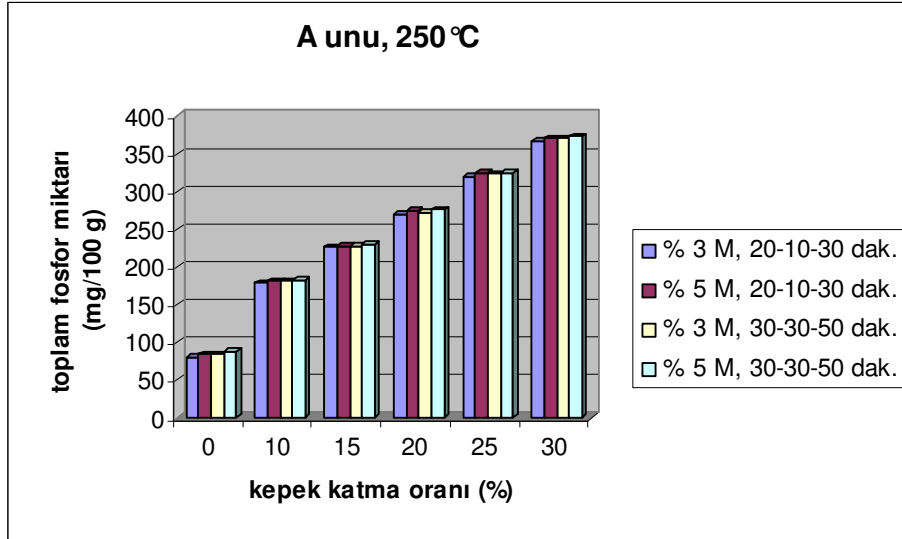
4.6.3 Toplam fosfor miktarı

Farklı oranlarda kepek katılan A ununa % 3 ve % 5 oranında maya katılıp 20-10-30 dakika ve 30-30-50 dakika fermentasyon programı uygulayarak 230 °C ve 250 °C’ de pişirilen ekmeklerin toplam fosfor miktarları şahit ekmeklere göre daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.18 ve Çizelge 4.19)

A ununa farklı oranlarda kepek katılıp 230 °C ve 250 °C’ de pişirilen ekmeklerin toplam fosfor miktarları % 3 maya katılan örneklerde % 5 maya katılan örneklerle göre, 20-10-30 dakika fermentasyon uygulanan örneklerde ise 30-30-50 dakika fermentasyon uygulanan örneklerle göre daha düşük çıkmıştır. En düşük toplam fosfor miktarları % 3 maya katılıp 20-10-30 dakika fermentasyon programı uygulanan % 0 kepek katılı ekmeklerde, en yüksek toplam fosfor miktarları ise % 30 kepekli örneğe % 5 maya katılıp 30-30-50 dakika fermentasyon programı uygulanan ekmeklerde bulunmuştur (Şekil 4.25 ve Şekil 4.26).



Şekil 4.25 A ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 230 °C’de pişirilmiş ekmeklerin toplam fosfor miktarları



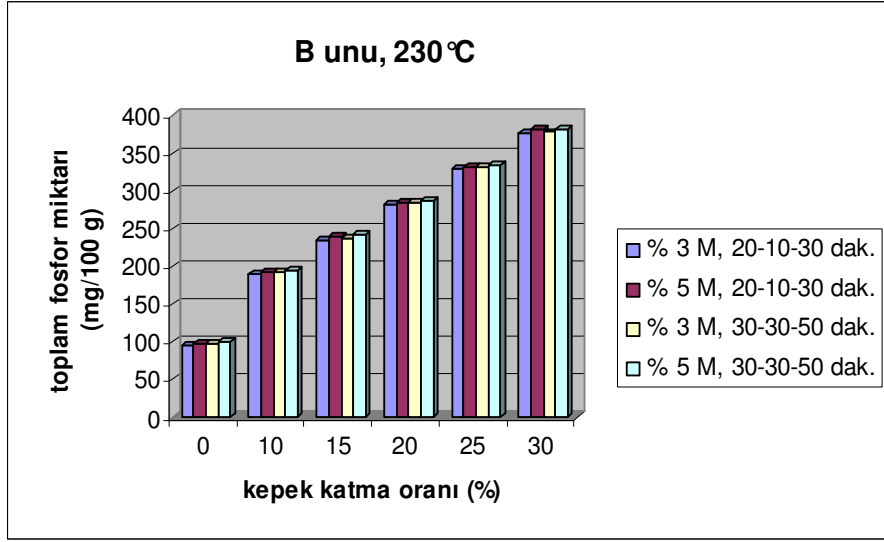
Şekil 4.26 A ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 250 °C’de pişirilmiş ekmeklerin toplam fosfor miktarları

Piştirme sıcaklığı 230 °C olan A ununa ait ekmeklerde en düşük toplam fosfor miktarı % 3 maya katılıp 20-10-30 dakika fermentasyon programı uygulayarak yapılan % 0 kepek katkılı ekmekte (80.6 mg/100g), en yüksek toplam fosfor miktarı ise % 30 kepekli örneğe % 5 maya katılıp 30-30-50 dakika fermentasyon programı uygulanan ekmekte (372.9 mg/100g) bulunmuştur.

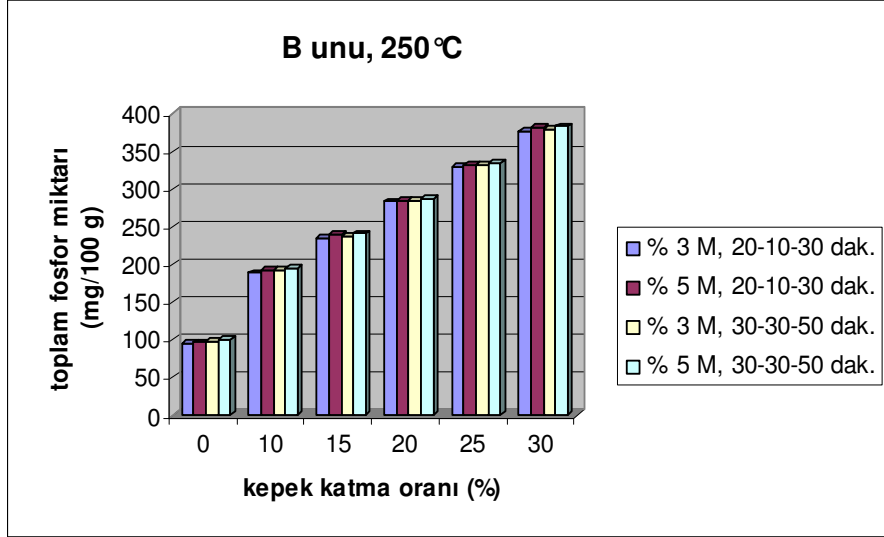
250 °C' de piştirilen A ununa ait ekmekler içerisinde en düşük toplam fosfor miktarı % 3 maya katılıp 20-10-30 dakika fermentasyon programı uygulayarak yapılan % 0 kepek katkılı ekmekten (80.5 mg/100g) elde edilirken, en yüksek değer ise % 30 kepekli örneğe % 5 maya katılıp 30-30-50 dakika fermentasyon programı uygulanan ekmekte (373.0 mg/100g) saptanmıştır.

B ununa farklı oranlarda kepek katılıp hazırlanan kepekli unlara % 3 ve % 5 maya katılıp 20-10-30 dakika ve 30-30-50 dakika fermentasyon programı uygulayarak 230 °C ve 250 °C' de piştirilen ekmeklerin toplam fosfor miktarları şahit ekmeklere göre yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.20 ve Çizelge 4.21).

B ununa ait ekmeklerin toplam fosfor miktarları, maya miktarı ve fermentasyon süresi artışına bağlı olarak artmıştır. En düşük toplam fosfor miktarları % 3 maya katılıp 20-10-30 dakika fermentasyon programı uygulanan % 0 kepek katkılı ekmeklerde bulunurken, en yüksek değerler % 30 kepek katkılı una % 5 maya katılıp 30-30-50 dakika fermentasyon programı uygulanan ekmeklerden elde edilmiştir (Şekil 4.27 ve Şekil 4.28).



Şekil 4.27 B ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 230 °C’de pişirilmiş ekmeklerin toplam fosfor miktarları



Şekil 4.28 B ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 250 °C’de pişirilmiş ekmeklerin toplam fosfor miktarları

Pişirme sıcaklığı 230 °C olan B ununa ait ekmeklerde en düşük toplam fosfor miktarı % 3 maya katılıp 20-10-30 dakika fermentasyon programı uygulayarak yapılan % 0 kepek katkılı ekmekte (94.6 mg/100g), en yüksek toplam fosfor miktarı ise % 30 kepekli örneğe % 5 maya katılıp 30-30-50 dakika fermentasyon programı uygulanan ekmekte (382.5 mg/100g) bulunmuştur.

Pişirme sıcaklığı 250 °C olarak uygulanan B ununa ait ekmeklerde en düşük toplam fosfor miktarı % 3 maya katılıp 20-10-30 dakika fermentasyon programı uygulayarak yapılan % 0 kepek katkılı ekmekte (94.8 mg/100g), en yüksek değer ise % 30 kepekli örneğe % 5 maya katılıp 30-30-50 dakika fermentasyon programı uygulanan ekmekte (383.0 mg/100g) tespit edilmiştir.

Kepek katkılı unlara farklı oranlarda maya katılıp farklı fermentasyon programı ve farklı fırın sıcaklığı uygulanmış ekmek örneklerinin toplam fosfor miktarlarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.29' da verilmiştir.

Çizelgeden de görüldüğü gibi un, kepek katma oranı, maya miktarı ve fermentasyon süresinin örneklerin toplam fosfor miktarı üzerine etkilerinin istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır ($P < 0.05$). Fırın sıcaklığının örneklerin toplam fosfor miktarları üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P > 0.05$). Faktörler arasındaki ikili interaksiyonlardan un x kepek ve üçlü interaksiyonlardan un x kepek x maya etkileşimleri örneklerin toplam fosfor miktarları üzerinde $P < 0.05$ düzeyinde etkili bulunmuştur.

Farklı unlardan yapılan ekmeklerin toplam fosfor değerlerinin ortalamaları A ununa ait ekmeklerde (243.37 mg/100g), B ununa ait ekmeklere (254.23 mg/100g) göre daha düşük bulunmuştur. (Çizelge 4.23).

Çizelge 4.29 Kepek katkılı unlara farklı maya oranı ve farklı fermentasyon programı uygulanıp farklı fırın sıcaklığında pişirilerek elde edilen ekmek örneklerinin toplam fosfor değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Değişken	SD	KO	P değeri
un	1	2831.854	.000
kepek	5	166842.949	.000
maya	1	227.550	.000
fermentasyon	1	155.042	.000
sıcaklık	1	.240	.319
un x kepek	5	12.373	.000
un x maya	1	.667	.111
un x fermentasyon	1	.010	.831
un x sıcaklık	1	.184	.381
kepek x maya	5	.674	.061
kepek x fermentasyon	5	.697	.056
kepek x sıcaklık	5	.058	.921
maya x fermentasyon	1	.094	.527
maya x sıcaklık	1	.000	.966
fermentasyon x sıcaklık	1	.027	.734
un x kepek x maya	5	1.650	.004
un x kepek x fermentasyon	5	.117	.746
un x kepek x sıcaklık	5	.397	.197
un x maya x fermentasyon	1	.007	.865
un x maya x sıcaklık	1	.060	.612
un x fermentasyon x sıcaklık	1	.150	.426
kepek x maya x fermentasyon	5	.146	.657
kepek x maya x sıcaklık	5	.117	.744
maya x fermentasyon x sıcaklık	1	.000	.966
un x kepek x maya x fermentasyon	5	.265	.371
un x kepek x fermentasyon x sıcaklık	5	.060	.917
un x maya x fermentasyon x sıcaklık	1	.027	.734
kepek x maya x fermentasyon x sıcaklık	5	.096	.810
Hata	10	.218	

Farklı oranlarda kepek içeren ekmeklerin toplam fosfor değerlerinin ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi yapılmış ve farklı oranlarda kepek içeren ekmeklerin toplam fosfor değerlerinin ortalamaları istatistiksel olarak birbirlerinden farklı bulunmuştur ($P<0.05$) (Çizelge 4.24). Ekmek örnekleri içerisinde en düşük toplam fosfor miktarı % 0 kepek katkılı örneklerden (90.82 mg/100g), en yüksek toplam fosfor miktarı ise % 30 kepek katkılı ekmeklerden (375.11 mg/100g) elde edilmiştir. Farklı oranlarda kepek katılan ekmek örneklerinin toplam fosfor miktarları kepek katma oranına bağlı olarak artmıştır. Ekmeklerin toplam fosfor miktarlarında meydana gelen artışın nedeni kepeğin un örneklerine göre daha fazla toplam fosfor içermesidir.

Unlara farklı oranlarda maya katılarak yapılan ekmek örneklerinin toplam fosfor değerlerinin ortalaması % 3 maya katılan örneklerde 247.26 mg/100g iken, % 5 maya katılan örneklerde ise 250.34 mg/100g olarak tespit edilmiştir. Örneklerin toplam fosfor miktarları maya miktarı artışına bağlı olarak artmıştır ve bu artışın nedeni muhtemelen mayadan gelen fosfordan kaynaklanmaktadır (Çizelge 4.25). Yapılan bir çalışmada kompres maya ile yapılan mısır ekmeklerinin toplam fosfor miktarlarının mayasız ekmeklere göre daha fazla olduğu belirtilmiştir (Akbaş 2000).

Farklı sürelerde fermentasyon programı uygulayarak yapılan ekmeklerin toplam fosfor ortalamalarına göre, fermentasyon programı 20-10-30 dakika ve 30-30-50 dakika uygulandığında örneklerin toplam fosfor miktarları 247.53 mg/100g ve 250.07 mg/100g olarak bulunmuştur. Fermentasyon süresi arttıkça örneklerin toplam fosfor miktarları artmıştır (Çizelge 4.26).

Farklı fırın sıcaklıklarında pişirilen ekmeklerin toplam fosfor değerlerinin ortalamalarına göre, 230 °C ve 250 °C’ de pişirilen ekmeklerin toplam fosfor miktarları istatistiksel olarak birbirinden farksız olup sırasıyla 248.85 mg/100g ve 248.75 mg/100g olarak saptanmıştır ($P>0.05$)(Çizelge 4.27). Yapılan bir çalışmada buğday ve arpa içeren örneklerin toplam fosfor miktarlarının ısıtıl işleminden sonra değişmediği belirtilmiştir (Carlson and Poulsen 2003).

4.6.4 Toplam fosforun yüzdesi olarak fitat fosforu

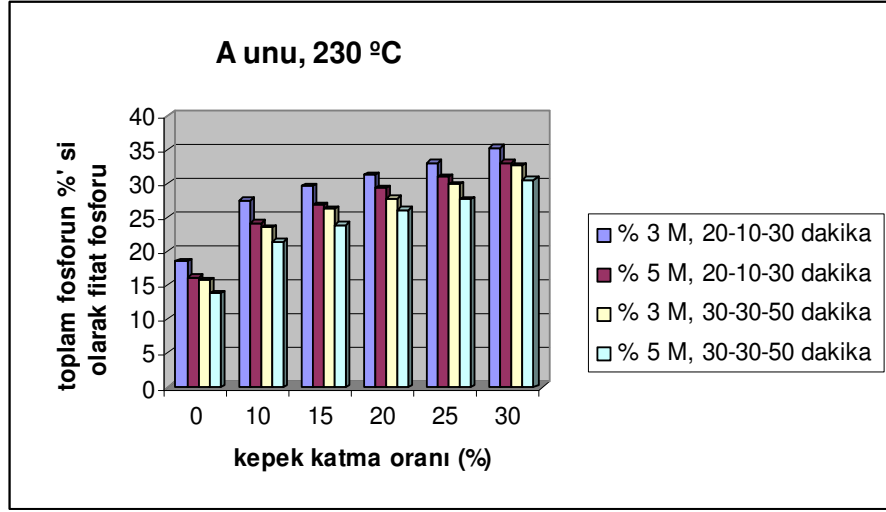
Farklı oranlarda kepek katkılı A ununa % 3 ve %5 oranında maya katılıp 20-10-30 dakika ve 30-30-50 dakika fermentasyon programı uygulayarak 230 °C ve 250 °C' de pişirilen ekmeklerin toplam fosforun %' si olarak fitat fosforu miktarları şahit ekmeklere göre daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.18 ve Çizelge 4.19)

A ununa farklı oranlarda kepek katılıp 230 °C ve 250 °C' de pişirilen ekmeklerde toplam fosforun %' si olarak fitat fosforu değerleri % 3 maya katılan örneklerde % 5 maya katılan örneklerle göre, 20-10-30 dakika fermentasyon uygulanan örneklerde ise 30-30-50 dakika fermentasyon uygulanan örneklerle göre daha yüksek çıkmıştır. A ununa ait ekmeklerdeki toplam fosforun %' si olarak fitat fosforu miktarları içerisinde en düşük değerler % 5 maya katılıp 30-30-50 dakika fermentasyon uygulanan % 0 kepek katkılı örneklerden, en yüksek değerler ise % 30 kepek katkılı una % 3 maya miktarı ve 20-10-30 dakika fermentasyon uygulanan ekmeklerden elde edilmiştir (Şekil 4.29 ve Şekil 4.30).

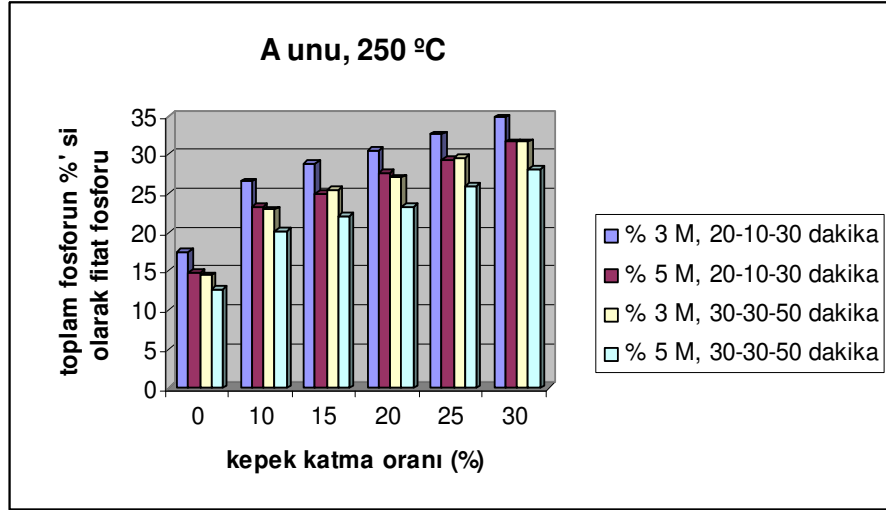
Piştirme sıcaklığı 230 °C olan A ununa ait ekmeklerde toplam fosforun %' si olarak en düşük fitat fosforu miktarı % 5 maya katılıp 30-30-50 dakika fermentasyon programı uygulayarak yapılan % 0 kepek katkılı ekmekte (% 13.8), en yüksek değer ise % 30 kepekli örneğe % 3 maya katılıp 20-10-30 dakika fermentasyon programı uygulanan ekmekte (% 35.2) bulunmuştur.

250 °C' de pişirilen A ununa ait ekmeklerde toplam fosforun %' si olarak en düşük fitat fosforu miktarı % 5 maya katılıp 30-30-50 dakika fermentasyon programı uygulayarak yapılan % 0 kepek katkılı ekmekte (% 12.6), en yüksek değer ise % 30 kepekli örneğe % 3 maya katılıp 20-10-30 dakika fermentasyon programı uygulanan ekmekte (% 34.8) saptanmıştır.

Piştirme sıcaklığı 230 °C olan A ununa ait ekmeklerde toplam fosforun %' si olarak fitat fosforu miktarları, piştirme sıcaklığı 250 °C olan ekmeklere göre daha yüksek çıkmıştır.



Şekil 4.29 A ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 230 °C’de pişirilmiş ekmeklerde toplam fosforun %’ si olarak fitat fosforu



Şekil 4.30 A ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 250 °C’de pişirilmiş ekmeklerde toplam fosforun %’ si olarak fitat fosforu

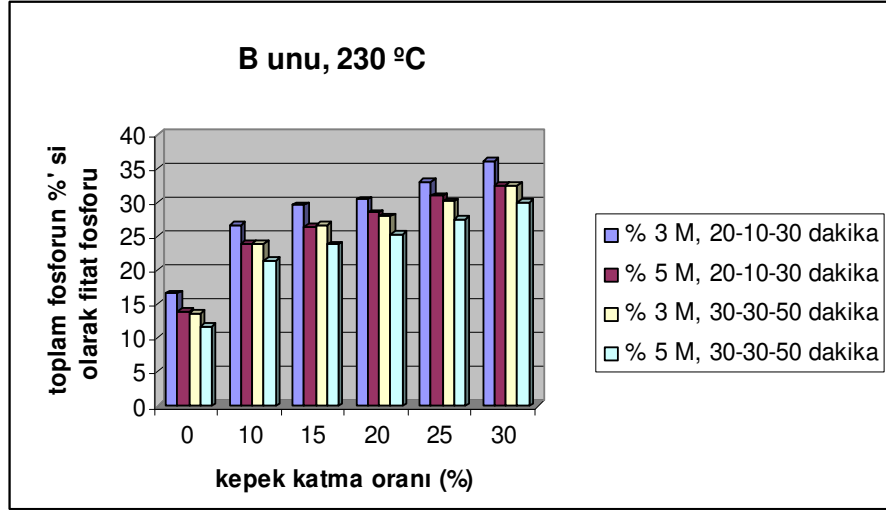
B ununa farklı oranlarda kepek katılıp hazırlanan kepekli unlara % 3 ve % 5 maya katılıp 20-10-30 dakika ve 30-30-50 dakika fermentasyon programı uygulayarak 230 °C ve 250 °C' de pişirilen ekmeklerde toplam fosforun %' si olarak fitat fosforu miktarları şahit ekmeklere göre yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.20 ve Çizelge 4.21).

230 °C ve 250 °C' de pişirilen B ununa ait ekmeklerde toplam fosforun %' si olarak fitat fosforu değerleri % 3 maya katılan örneklerde % 5 maya katılan örneklerle göre, 20-10-30 dakika fermentasyon uygulanan örneklerde ise 30-30-50 dakika fermentasyon uygulanan örneklerle göre daha yüksek çıkmıştır. Toplam fosforun %' si olarak fitat fosforu miktarları içerisinde en düşük değerler % 5 maya katılıp 30-30-50 dakika fermentasyon uygulanan % 0 kepek katkılı örneklerden, en yüksek değerler ise % 30 kepek katkılı una % 3 maya miktarı ve 20-10-30 dakika fermentasyon uygulanan ekmeklerden elde edilmiştir (Şekil 4.31 ve Şekil 4.32).

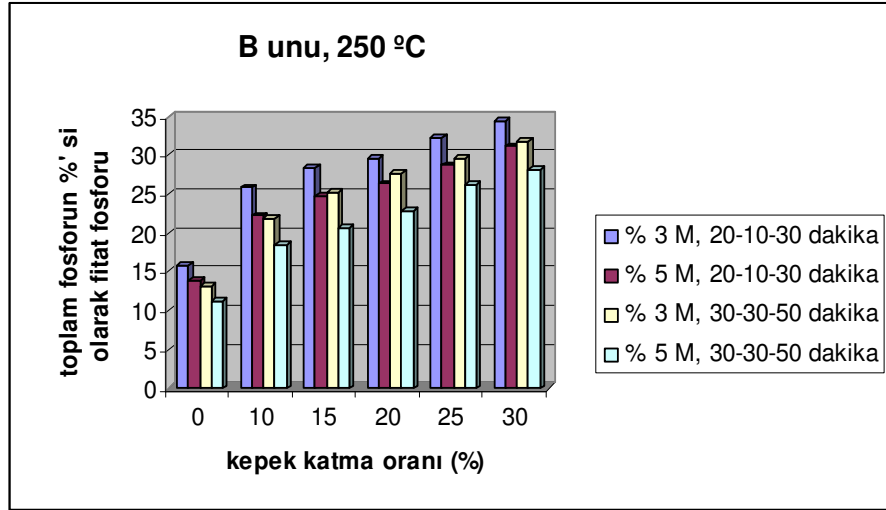
Piştirme sıcaklığı 230 °C olan B ununa ait ekmeklerde toplam fosforun %' si olarak en düşük fitat fosforu miktarı % 5 maya katılıp 30-30-50 dakika fermentasyon programı uygulayarak yapılan şahit ekmekte (% 11.8), en yüksek değer ise % 30 kepekli örneğe % 3 maya katılıp 20-10-30 dakika fermentasyon programı uygulanan ekmekte (% 36.0) bulunmuştur.

Piştirme sıcaklığı 250 °C olarak uygulanan B ununa ait ekmeklerde toplam fosforun %' si olarak en düşük fitat fosforu miktarı % 5 maya katılıp 30-30-50 dakika fermentasyon programı uygulayarak yapılan % 0 kepek katkılı ekmekte (% 11.2), en yüksek değer ise % 30 kepekli örneğe % 3 maya katılıp 20-10-30 dakika fermentasyon programı uygulanan ekmekte (% 34.4) tespit edilmiştir. Yapılan bir çalışmada mayasız ekmeklere kıyasla kompres ve ekşi maya ile yapılan mısır ekmeklerindeki toplam fosforun %' si olarak fitat fosforu değerlerinin daha düşük olduğu ifade edilmiştir (Akbaş 2000).

Farklı oranlarda kepek katkılı B ununa farklı maya miktarı ve farklı fermentasyon programı uygulayarak 230 °C' de pişirilen ekmeklerde toplam fosforun %' si olarak fitat fosforu miktarları, 250 °C' de pişirilen ekmeklere göre daha yüksek çıkmıştır.



Şekil 4.31 B ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 230 °C’de pişirilmiş ekmeklerde toplam fosforun %’ si olarak fitat fosforu



Şekil 4.32 B ununa farklı oranlarda kepek ve maya katılıp farklı fermentasyon programı uygulanmış ve 250 °C’de pişirilmiş ekmeklerde toplam fosforun %’ si olarak fitat fosforu

5. SONUÇ

Araştırmada iki farklı ekmeklik una (A ve B) farklı oranlarda kepek (% 0, % 10, % 15, % 20, % 25, % 30) katılarak elde edilen kepekli unlara iki farklı maya oranı (% 3 ve % 5) ve iki farklı fermentasyon programı (20-10-30 dakika ve 30-30-50 dakika) uygulayarak ve iki farklı fırın sıcaklığında (230 °C' de 35 dakika ve 250 °C' de 25 dakika) pişirilerek elde edilen ekmeklerin kalite özellikleri ile fitat fosforu, fitik asit ve toplam fosfor miktarları belirlenmiştir.

Her iki un örneğinin ekmeklik kalitesine katılan kepek oranının etkisi olmuş, karışımdaki kepek oranı arttıkça hem hamurun reolojik özellikleri hem de ekmeğin kalitesi olumsuz yönde etkilenmiştir. Kepekli ekmeğin kalite özellikleri, % 5 maya katılarak yapılan ekmeklerde % 3 maya katılarak yapılanlara göre, uzun fermentasyon programı uygulanan ekmeklerde kısa fermentasyon programı uygulananlara göre daha üstün bulunmuştur.

Una katılan kepek oranına bağlı olarak ekmeğin fitat fosforu, fitik asit ve toplam fosfor oranı artmış ancak bu değerlerin proses sırasındaki kayıpları azalmıştır. Bu sonuçlar yüksek kepek içerikli örneklerde proses koşullarının fitik asit miktarı üzerine etkisinin kepeksiz örneklerdekinden daha az olduğunu göstermektedir.

Katılan maya miktarının ekmeğin fitik asit miktarı üzerinde etkili olduğu ve maya oranı arttıkça örneklerin fitat fosforu ve fitik asit miktarlarının azaldığı, buna karşılık toplam fosfor miktarlarının arttığı görülmüştür.

Ekmeğin fitik asit miktarı üzerine uygulanan proses koşullarından en fazla fermentasyon programının etkili olduğu, fermentasyon süresinin artmasıyla ekmeklerin fitat fosforu ve fitik asit miktarlarının azalırken, toplam fosfor miktarlarının ise arttığı tespit edilmiştir.

Uygulanan fırın sıcaklıklarının ekmeğin fitat fosforu ve fitik asit miktarlarını etkilediği ve fırın sıcaklığındaki artışa bağlı olarak ekmeklerin fitat fosforu ve fitik asit miktarlarının azaldığı, toplam fosfor miktarlarının ise etkilenmediği görülmüştür.

KAYNAKLAR

- Akbaş, E. 2000. Mısıır ekmeğinin bazı özellikleri ve fitik asit miktarı üzerine yapım yöntemlerinin etkileri. Yüksek lisans tezi. Ankara  niversitesi, 63 s., Ankara.
- Almana, H.A. 2000. Extent of phytate degradation in breads and various foods consumed in Saudi Arabia. *Food Chemistry*, 70; 451-456.
- Angel, R., Applegate, T.J. , Ellestad, L.E. 2003. Dhandu A.S., Phytic Acid Chemistry: How important is it for phosphorus digestibility in poultry. Multi-State Poultry Meeting, May; 14-16.
- Anonymous. 1971. Standart methoden fur getraide Mehl und Brot. 5 Eweiterte Auflage Im. Verlag Moritz Scheafer, Detmold.
- Anonymous. 1976. International Association for Cereal Science and Technology. ICC Standart No: 110-1.
- Anonymous. 1984. International Association for Cereal Science and Technology. ICC Standart No: 106.
- Anonymous. 1990. International Association for Cereal Science and Technology. ICC Standart No: 104.
- Anonymous. 1990. American Association of Cereal Chemist. AACC. Approved No. 46-12.
- Anonymous. 1992. International Association for Cereal Science and Technology. ICC Standart No: 114, 115.
- Anonymous. 1994. International Association for Cereal Science and Technology. ICC Standart No: 116.
- Anonymous. 1995. International Association for Cereal Science and Technology. ICC Standart No: 107.
- Barber, S., Benedito de Barber, C. and Martinz, J. 1981. Rice bran proteins II. Potential value of rice bran fractions as protein food ingredients. *Revistade Agroquimicay Tecnologia de Alimentos*, 21; 247-258.
- Barrier-Guillot, B., Casado, P., Maupetit, P., Jondreville, C., Gatel, F. and Larbier, M. 1996. Wheat phosphorus availability: 1-In vitro study; factors affecting endogenous phytasic activity and phytic phosphorus content. *J.Sci. Food Agric.*, 70; 62-68.
- Bartnik, M. and Szafranska, I. 1987. Changes in phytate content and phytase activity during the germination of some cereals. *J Cereal Sci.*, 5(1); 23-28.
- Bilgi li, N., Elg n, A. and T rker, S. 2006. Effects of various phytase sources on phytic acid content minera lextractability and protein Digestibility of tarhana. *Food Chemistry*, 98; 329-337.
- Bloksma, A. H. 1971. Rheology and Chemistry of Dough. St. Paul Minnesota, 821.
- Bock, M.A. 2000. Minor constituents of cereals. In: Kulp, K., Ponte Jr., J.G. (Eds.), *Handbook of Cereal Science and Technology*, seconded. Marcel Dekker Inc., New York, 479-504.
- Brinch-Pederson, H., S rensen, L.D. and Holm, P.B. 2002. Engineering crop plants: getting a handle on phosphate. *Trends Plant Sci.*, 7 ; 118-125.
- Burbano, C., Muzquiz, M., Osagie, A., Ayet,G. and Cuadrado, C. 1995. Determination of phytate and lower inositol phosphates in spanish legumes by HPLC methodology. *Food Chemistry*, 52; 321-325.

- Carlson, D. and Poulsen, H.D. 2003. Department of Animal Nutrition and Physiology, Danish Institute of Agricultural Sciences, Research Centre Foulum, P.O. Box 50, 8830 Tjele, Denmark.
- Challa, A., Rao, D.R. and Reddy, B. 1997. Interactive suppression of aberrant crypt foci induced by azoxymethane in rat colon by phytic acid and green tea, *Carcinogenesis*, 18(10); 2023–2026.
- Chang, C.W. 1967. Study of phytase and fluoride effects in germinating corn seeds. *Cereal Chemistry*, 44; 129-142.
- Chang, R., Schwimmer, S. and Burr, H.K. 1977. Phytate: Removal from whole dry beans by enzymatic hydrolysis and diffusion. *J. Food Sci.*, 42; 1098-1101.
- Charlton, K.E., MacGregor, E., Vorster, N.H., Levitt, N.S. and Steyn, K. 2007. Partial replacement of NaCl can be achieved with potassium, magnesium and calcium salts in brown bread. *International Journal of Food Sciences And Nutrition*, 58; 508-521.
- Cheryan, M. 1980. Phytic acid interaction in food system. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. December; 287-334.
- Chompreeda, P.T. and Fields, M.L. 1981. Effect of heat and fermentation on extractability of minerals from soybean meal and corn meal blends. *Journal of Food Science*, 49; 566-570.
- Cosgrove, D.J. 1980. Part 1. Chemistry. In: Cosgrove, D.J., Irving, G.C.J. (Eds.), *Studies in Organic Chemistry 4. Inositol Phosphates. Their Chemistry, Biochemistry and Physiology*, Elsevier, New York, 1-84.
- Cossa, J., Oloffs, K., Kluge, H., Drauschke, W. and Jeroch, H. 2000. Variabilities of total and phytate phosphorus contents as well as phytase activity in wheat. *Tropenlandwirt*, 101; 119–126.
- De Bolond, A., Garner, G. B. and O'Dell, B. L. 1975. Identification and properties of phytate in cereal grains and oilseed products. *Journal Agric. Food Chem.*, 23; 1186-1189.
- De Kock, S., Taylor, J. and Taylor, J.R.N. 1999. Effect of Heat Treatment and Particle Size of Different Brans on Loaf Volume of Brown Bread. *Lebenesm.-Wissu.-Technol.*, 32; 349-356.
- Dhankher, N. and Chauhan, B.M. 1987. Effect of temperature and fermentation time on phytic acid and polyphenol content of rabadi-a fermented pearl millet food. *Journal of Food Science*, 52; 828-829.
- Dorsch, J.A., Cook, A., Young, K.A., Anderson J.M., Bauman, A.T., Volkmann C.J., Murthy, P.P.N. and Raboy, V. 2003. Seed phosphorus and inositol phosphate phenotype of barley low phytic acid genotypes. *Phytochemistry*, 62; 691-706.
- Dubish, R.K., Chanhnan, G.S. and Bains, G.S. 1988. Nutritional quality of extruded rice, ragi and defatted soy flour blends. *Journal of Food Science and Technology*, 25; 35–38.
- Eeckhout, W. and De Paepe, M. 1994. Total phosphorus, phytate-phosphorus and phytase activity in plant feedstuffs. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 47; 19–29.
- Egli, I., Davidsson, L., Juillerat, M-A., Barclay D. and Hurrell R.F. 2002. The influence of soaking and germination on the phytase activity and phytic acid content of grains and seeds potentially useful for complementary feeding. *J Food Sci.*, 67(9); 3484–3488.

- Ekhom, P., Virkki, L., Ylinen, M. and Johansson, L. 2003. The effect of phytic acid and some natural chelating agents on the solubility of mineral elements in oat bran. *Food Chem.*, 80; 165-170.
- Fageer, A.S.M., Babiker, E.E. and El Tynay, A. H. 2004. Effect of malt pretreatment and/or cooking on phytate and essential amino acids contents and in vitro protein digestibility of corn flour. *Food Chemistry*, 88; 261-265.
- Febles, I., Arias, A., Hardisson, A., Rodríguez-Alvarez C. and Sierra, A. 2002. Phytic acid level in wheat flours. *J. Cereal Sci.*, 36; 19-23.
- Fretzdorff, B. and Weipert, D. 1986. Phytinsäure in Getreide und Getreideerzeugnissen. Mitteilung 1. Phytinsäure und Phytase in Roggen und Roggenprodukt (Phytic Acid in Cereals and Cereal Products. Part 1. Phytic Acid and Phytase in Rye Products). *Zeitung für Lebensmittel Untersuchung und Forschung*, 182; 287-293.
- Fretzdorff, B. and Brümmer, J-M. 1992. *Cereal Chem.*, 69; 266-270.
- Frølich, W., Wahlgren, M. and Drakenberg, T. 1988. Studies on phytase activity in oats and wheat using p-nmr spectroscopy. *Journal of Cereal Science*, 8; 47-53.
- Frontela, C., Garca-Alonso, F.J., Ros, G. and Martinez, C. 2008. Phytic acid and inositol phosphates in raw flours and infant cereals: The effect of processing. *Journal of Food Composition and Analysis*, 21; 343-350.
- García-Estapa, R.M., Guerra-Hernández, E. and García-Villanova, B. 1999. Phytic acid content in milled cereal products and breads. *Food Research International*, 32; 217-221.
- Gobbetti, M., De Angelis, M., Corsetti, A. and Di Cagno, R. 2005. Biochemistry and physiology of sourdough lactic acid bacteria. *Trends Food Sci. Technol.*, 16 ; 57-69.
- Graf, E., 1983. Applications of phytic acid. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 60; 1861-1867.
- Graf, E., Mahoney, J.R., Bryant, R.G. and Eaton, J.W. 1984. Iron catalyzed hydroxyl radical formation. Stringent requirement for free iron coordination site. *Journal of Biological Chemistry*, 259; 3620-3624.
- Graf, E., Empson, K.L. and Eaton, J.W. 1987. Phytic acid. A natural antioxidant. *Journal of Biological Chemistry*, 262; 11647-11650.
- Graf, E. and Eaton, J.W. 1990. Antioxidant functions of phytic acid, free radical biology and medicine, Review Article 8; 61-69.
- Graf, E. and Eaton, J.W. 1993. Suppression of colonic cancer by dietary phytic acid. *Nutrition and Cancer*, 19; 11-19.
- Graham, R., Senadhira, D., Bee, S., Iglesias, C. and Monasterio, I. 1999. Breeding for micronutrient density in edible portions of staple food crops: conventional approaches. *Field Crops Research*, 60; 57-80.
- Grases, F., Prieto R.M., Simonet, B.M. and March, J.G. 2000. Inositol hexakisphosphate in urine: The Relationship between oral intake and urinary excretion. *BJU International*, 85; 138-142.
- Grases, F., Perello, J., Isern, B. and Prieto, R.M. 2004. Determination of myo inositol hexakisphosphate (Phytate) in urine by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry. *Analytica Chimica Acta*.
- Greiner, R. and Konietzny, U. 2006. Phytase for food application. *Food Technol. Biotechnol.*, 44 (2); 125-140.

- Gupta, C. and Sehgal, S. 1991. Development, acceptability and nutritional value of weaning mixtures. *Plant Foods Hum Nutr.*, 41(2); 107–116.
- Guttieri, M., Bowen, D., Dorch, J.A., Raboy, V. and Souza, E. 2004. Identification and characterization of a low phytic acid wheat. *Crop Science*, 44; 418-424.
- Hameed, T. and Mahmood, T. 2005. Antinutritional factors in cereals and legume and their possible removal. First Annual Technical Report Pak.Sci.,12.
- Harland, B.F. and Harland, J. 1980. Fermentative reduction of phytate in rye, white, and whole wheat breads. *Cereal Chem.*, 57; 226–229.
- Harland, B.F. and Frølich, W. 1989. Effect of phytase from three yeasts on phytate reduction in Norwegian whole wheat flour. Note. *Cereal Chem.*, 66; 357-358.
- Harland, B.F. and Morris, E.R. 1995. Phytate :a good or a bad food component?. *Nutrition Research*, 15; 733-754.
- Harland, B.F. and Narula, G. 1999. Food phytate and its hydrolysis products. *Nutrition Research.*,19(6); 947-961.
- Haros, M., Rosell, C.M. and Benedito de Barber, C. 2001. Use of fungal phytase to improve breadmaking performance of whole wheat bread. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 49; 5450–5454.
- Haug, W. and Lantzs, H.J. 1983. Sensitive method for the rapid determination phytate in cereals and cereal products. *J. Sci. Food Agric.*, 34; 1423-1426.
- Howson, S.J. and Davis, R.P. 1983. Production of phytate-hydrolysing enzyme by some fungi. *Enzyme Microb Technol.*, 5(5); 377–382.
- Hurrell, R.F. 2001. Modifying the composition of plant foods for beter human health. In: Nösberger, J., Geiger H.H., Struik P.C.(Eds) *Crop Science: Progress and Prospects*. CABI publishing. Bristol, 53-64.
- Hurrell, R F., Reddy, M. B., Burri, J. and Cook, J. D. 2002. Phytate degradation determines the effect of industrial processing and home cooking on iron absorption from cereal-based foods. *British Journal of Nutrition*, 88(2);117-123.
- Hurrell, R.F. 2004. Phytic acid degradation as a means of improving iron absorption. *Int J Vitam Nutr Res.*, 74(6); 445-452.
- Idouraine, A., Khan, M.J. and Weber, C.W. 1996. In vitro binding capacity of wheat bran, rice bran, and oat fiber for Ca, Mg, Cu and Zn alone and in different combinations. *Journal of Agricultur and Food Chemistry*, 44; 2067-2072.
- Kadan, R.S. and Phillippy, B.Q. 2007. *JFS C: Food Chemistry and Toxicology* 72(4); 208-211.
- Katina, K.E., Arendt, K., Liukkonen, H., Autio, K., Flander, L. and Poutanen, K. 2005. Potential of sourdough for healthier cereal products. *Trends Food Sci. Technol.*, 16; 104–112.
- Katina, K., Salmenkallio-Marittla, M., Partanen, R., Forssell, P. and Autio, K. 2006. Effects of sourdough and enzymes on staling of high-fiber wheat bread. *Food Sci. Technol.*, 39; 479–491.
- Khan, N., Zaman, R. and Elahi, M. 1991. Effect of heat treatments on the phytic acid content of maize products. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 54; 153–156.
- Khetarpahl, N. and Chauhan, B.M. 1989. Effect of fermentation by pure culture of yeast and lactobacilli on phytic acid and polyphenol content of pearl millet. *Journal of Food Science*, 54; 780-781.

- Kim, B.H. and Paik, I.K. 2003. Influence of hydrothermal treatment of wheat bran on phytate contents and performance of broiler chickens. *J. Ani. Sci. Tech.*, 45(2); 229–240.
- Konietzny, U. and Greiner, R. 2002. Molecular and catalytic properties of phytate-degrading enzymes (phytases). *Int J Food Sci Technol.*, 37; 791–812.
- Larsson, M., Minekus, M. and Havenaar, R. 1997. Estimation of the bioavailability of iron and phosphorus in cereals using a dynamic in vitro gastrointestinal model. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 74; 99-106.
- Lasztity, R. And Lasztity, L. 1990. Phytic acid in cereal technology. *Advances in Cereal Science and Technology*, Vol. X., 309-371.
- Laurikainen, T., Harkonen, T., Autio, K. and Poutanen, K. 1998. Effects of enzymes in fibre-enriched baking. *Journal of Science and Food Agriculture*, 76; 239-249.
- Leenhardt, F., Levrat-Verny, M-A, Chanliaud, E. and Rémésy, C. 2005. Moderate decrease of pH sourdough fermentation is sufficient to reduce phytate content of whole wheat flour through endogenous phytase activity. *J Agric Food Chem.*, 53; 98–102.
- Lestienne, I., Icard-Vernière, C., Mouquet, C., Picq, C. and Trèche, S. 2005. Effects of soaking whole cereal and legume seeds on iron, zinc and phytate contents. *Food Chemistry*, 89; 421-425.
- Lioger, D., Leenhardt, F., Christian, D. and Christian, R. 2007. Sourdough fermentation of wheat fractions rich in fibre before their use in processed food. *J Sci Food Agric.*, 87; 1368–1373.
- Liu, B., Raq, A., Tzeng, Y. and Rob, A. 1998. The induction and characterization of phytase and beyond. *Enzyme and Microbial Technology*, 22; 415–422.
- Lolas, G.M., Paladimis, N. ve Markakis, D. 1976. The phytic acid total phosphorus relationship in barley, oats, soy-beans and wheat. *Cereal Chemistry*, 53; 867-870.
- Lopez, Y., Gordon, D.T. and Fields, M.L. 1983. Release of Phosphorus from phytate by natural lactic fermentation. *Journal of Food Science*, 48; 953-954.
- Lopez, H.W., Leenhardt, F., Coudray, C. and Remesy, C. 2002. Mineral and phytic acid interactions: Is it a real problem for human nutrition ?. *International Journal of Food Science and Technology*, 37; 727-739.
- Lopez, H.W., Duclos, V., Coudray, C., Krepsine, V., Feillet-Coudray, C., Messenger, A., Demigné, C. and Rémésy, C. 2003. Making bread with sour dough improves mineral bioavailability from reconstituted whole wheat flour in rats. *Nutrition*, 19; 524-530.
- Lott, J.N.A., Ockenden, I., Raboy, V. and Batten, G.D. 2000. Phytic acid and phosphorus in crop seeds and fruits: a global estimate. *Seed Science Research*, 10; 11-33.
- Lott, J.N.A., Ockenden, I., Raboy, V. and Batten, G.D. 2002. A global estimation of phytic acid and phosphorus in crop grains, seeds and fruits. In :Reddy NR, Sahte SK(eds) *Food phytates*. CRC Press, Boca Raton, 7–24.
- Mahgoub, S.E.O. and Elhag, S.A. 1998. Effect of milling, soaking, malting, heat-treatment and fermentation on phytate level of four Sudanese sorghum cultivars. *Food Chemistry*, 61(1-2); 77-80.
- March, J.G., Simonet, B.M., Grases, F. and Salvador A. 1998. Indirect determination of phytic acid in urine. *Analytica Chimica Acta*, 367; 63-68.

- March, J.G., Simonet, B.M. and Grases, F. 2001. Determination of phytic acid by gas chromatography- mass spectroscopy: Application to biological samples. *Journal of Chromatography*, 757; 247-255.
- Marero, L.M., Payumo, E.M., Aguinaldo, A.R., Matsumoto, I. and Homma, S. 1991. Antinutritional factors in weaning foods prepared from germinated cereals and legumes. *Lebensm Wiss Technol.*, 24(2); 177-181.
- Masud, T., Mahmood, T., Latif, A., Sammi, S. and Hameed, T. 2007. Influence of processing and cooking methodologies for reduction of phytic acid content in wheat (*Triticum aestivum*) varieties. *Journal of Food Processing and Preservation*, 31; 583-594.
- Midorikawa, K., Murata, M., Qikawa, S., Hiraku, Y. and Kawanishi, S. 2001. Protective effect of phytic acid on oxidative damage with reference to cancer chemo prevention. *Biochemistry and Biophysics Research Communications*, 288; 552-557.
- Minihane, A.M. and Rimbach, G. 2002. Iron absorption and the iron binding and antioxidant properties of phytic acid, *International Journal of Food Science and Technology*, 37; 741-748.
- Miyomoto, S., Kuwata, G., Imai, M., Nagao, A. and Terao, J. 2000. Protective effect of phytic acid hydrolysis products on iron induced lipid peroxidation of liposomal membranes. *Lipids*, 35; 1411-1413.
- Morris, E. R. and Ellis, R. 1989. Usefulness of the dietary phytic acid/zinc molar ratio as an index of zinc bioavailability to rats and humans. *Biological Trace Element Research*, 19(1-2); 107-117.
- Muraoka, S. and Miura, T. 2004. Inhibition of xanthine oxidase by phytic acid and its antioxidative action. *LifeSciences*, 74; 1691-1700.
- Nielsen, M.M., Damstrup, M.L., Thomsen, A.D., Rasmussen, S.K. and Hansen, A. 2007. Phytase activity and degradation of phytic acid during rye bread making. *Eur Food Res Technol.*, 225; 173-181.
- O'Dell , B., De Boland, A.R. and Koirttyohann, S. R. 1972. Distribution of phytate and nutritionally important elements among the morphological component cereal grains. *J. Agric. Food Chem.*, 20; 718-721.
- O'Dell, B.L. 1979. *Soy Proteins and Human Nutrition*. H.L. Wilcke, D.T. Hopkins and D.H. Waggle, eds. 211, Academic Pres New York.
- Oatway, L., Vasanthan, T. and Helm, J.H. 2001. Phytic Acid. *Food Reviews International*, 17 (4); 419-431.
- Obata, T. 2003. Phytic acid supressess 1- methyl-4-phenylpyridinium ion-induced hydroxyl radical generation in rat striatum, *Brain Resarch*, 978; 241-244.
- Oberleas, D. 1973. *Phytases. Toxicants occuring naturally in foods*. 2nd ed. Natl. Acad. Sci., 383, Washington DC.
- Ockenden, I., Dorsch, J.A., Reid, M.M., Lin, L., Grant, L.K., Raboy, V. and Lott, J.N.A. 2004. Characterization of the storage of phosphorus, inositol phosphate and cations in grain tissues of four barley (*Hordeum vulgare* L.). *Low Phytic Acid Genotypes*, *Plant Science*, 167; 1131-1142.
- Ogawa, M., Tanaka, K. and Kasai, Z. 1979. Phytic acid formation in dissected ripening rice grains. *Agricultural Biological Chem.* 43(10); 2211-2213.
- Ohkawa, T., Ebisuno, S., Kitagawa, M., Morimoto, S., Miyazaki, Y. and Yasukawa, S. 1984. Rice bran treatment for patients with hypercalciuric stones: Experimental and clinical studies. *The Journal of Urology*, 132; 1140-1145.

- Okubo, K., Warlop, A. B., Jacobucci, G. A. and Myers, D. V. 1975. Preparation of low-phytate soybean protein isolate and concentrate by ultrafiltration. *Cereal Chemistry*, 52; 263-271.
- Olivares, A.B., Martinez, C., Lopez, G. and Ros, G. 2001. Influence of the design of a product on in vitro mineral availability of homogenized weaning foods. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 3; 181-187.
- Oloffs, K., Strobel, E. and Jeroch, H. 2000. Changes of phytate phosphorus contents and phytase activity in germinated feedstuffs. *J. Ani. Sci. Tech.*, 51; 41-48.
- Osman, M.A. 2004. Changes in sorghum enzyme inhibitors, phytic acid, tannins and in vitro protein digestibility occurring during Khamir (local bread) fermentation. *Food Chemistry*, 88; 129-134.
- Özboy, Ö. and Köksel, H. 1996. Unexpected Strengthening Effects of a Coarse Wheat Bran on Dough Rheological Properties and Baking Quality. *Journal of Cereal Science*, 25; 77-82.
- Özdamar, K. 2004. Paket programlar ile istatistiksel veri analizi. Kaan Kitabevi, 650 s., Eskişehir.
- Özkaya, B., Bayrak, H. ve Gökpınar, F. 2002. Ekmeğin fitik asit miktarına etkili bazı faktörlere grafiksel model ile yaklaşım. *Hububat 2002. Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Sergisi*. 3-4 Ekim. 543-548. Gaziantep.
- Özkaya, H. ve Özkaya, B. 2005. Tahıl ve ürünleri analiz yöntemleri. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları*: 31, 157 s., Ankara.
- Pandey, A., Szakacs, G., Soccol, C., Rodriguez-Leon, J. and Zoccol, V. 2001. Production, purification and properties of microbial phytases. *Bioresource Technology*, 77; 203-214.
- Pederson, B., Knudsen, K.E.B. and Eggum, B.O. 1989. Nutritive value of cereal products with emphasis on the effect of milling. *World Review of Nutrition and Dietetics*, 60; 1-5.
- Persson, H., Nyman, M., Liljeberg, H., Önning, G. and Frølich, W. 1991. Binding of mineral elements by dietary fibre components in cereals in vitro (III). *Food Chemistry*, 40; 169-183.
- Persson, H., Türk, M., Nyman, M. and Sandberg, A.S. 1998. Binding of Cu^{+2} , Zn^{+2} , and Cd^{+2} to inositol tri-, tetra-, penta-, and hexaphosphates. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46; 3194-3200.
- Plaami, S. 1997. Myo inositol Phosphates: Analysis, Content in Food and Effect in Nutrition, *Lebensm.-Wiss.-u.-technol.*, Review Article, 30; 633-647.
- Pointillart, A. and Gueguen, L. 1992. Influences des fibres alimentaires sur la biodisponibilité des minéraux. *Les cahiers de L'ENSBANA*, 18; 157-182.
- Pomeranz, Y., Shogren, M., Finney, K.F. and Bechtel, D.B. 1977. Fibre in breadmaking effects on functional properties. *Cereal Chemistry*, 54; 25-41.
- Porres, J.M., Etcheverry, P., Miller, D.D. and Lei, X.G. 2001. Phytase and citric acid supplementation in whole-wheat bread improves phytate-phosphorus release and iron dialyzability. *J Food Sci.*, 66(4); 614-619.
- Preece, I.A. and Gray, H. J. 1962. Studies on phytin. II. Preliminary Study of Cell Physiol, 21 (8); 1449-1460.
- Qazi, I.M., Wahab, S., Shad, A.A., Zeb, A. and Ayuab, M. 2003. Effect of different fermentation time and baking on phytic acid content of whole-wheat flour bread *Asian Journal of Plant Sciences*, 2(8); 597-601.

- Raboy, V. 1997. Accumulation and storage of phosphate and minerals. In: Larkins BA, Vasil IK (eds) Cellular and Molecular Biology of Plant Seed Development. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 441–477.
- Raboy, V. 2001. Seeds for a better future: ‘Low phytate’ grains help to overcome malnutrition and reduce pollution. Trends in Plant Science, 6; 458–462.
- Rasmussen, S.K. and Hatzack, F. 1998. Identification of two low-phytate barley (*Hordeum vulgare* L.) grain mutants by TLC and genetic analysis. Hereditas, 129; 107–112.
- Reale, A., Mannina, L., Tremonte, P., Sobolev, A.P., Succi, M., Sorrentino, E. and Coppola, R. 2004. Phytate degradation by lactic acid bacteria and yeasts during the wholemeal dough fermentation: a ^{31}P NMR study. J. Agric. Food Chem., 52; 6300–6305.
- Reddy, N.R. 1976. Milling and biochemical characteristics of triticale. M.S. thesis, Alabama A&M University, Normal, A.L.
- Reddy, N. R. and Salunkhe, D. K. 1980. Effect of fermentation on phytate phosphorus and mineral content in black grain, rice and black grain and rice blends. Journal of Food Science, 45; 1708–1712.
- Reddy, N.R., Sathe, S.K and Salunkhe, D.H. 1982. Phytates in legumes and cereals. Advances in Food Research, 28; 1–92.
- Reddy, N.R. and Sathe, S.K. 2002. Food Phytates. Boca Raton, London, New york, Washington D.C. 257.
- Reeves P.G., Nielsen, F.H. and Fahey, G.C. 1993. AIN-93 purified diets For laboratory rodents: final report of the American Institute of Nutrition *ad hoc* writing committee on the reformulation of the AIN-76A rodent diet. Journal of Nutrition, 123; 1939–1951.
- Rendleman, J.A. and Grobe, C.A. 1982. Cereal complexes: binding of zinc by bran and components of bran. Cereal Chemistry, 59; 310–317.
- Rengel, Z., Batten, G.D. and Crowley, D.E. 1999. Agronomic approaches for improving the micronutrient density in edible portions of field crops. Field Crops Research, 60 ; 27–40.
- Sandberg, A. S., Hasselbad, C., Hasselbad, K. and Hulten, L. 1982. The effect of wheat bran on the absorption of minerals in the small intestine. Br. J. Nutr., 48; 185–191.
- Sanni, A.I., Onilude, A.A. and Ibidapo, O.T. 1999. Biochemical composition of infant weaning food fabricated from fermented blends of cereal and soybean. Food Chem., 65(1); 35–39.
- Schwedhelm E., Maas, R., Troost, R. and Boger, R.H. 2003. Clinical pharmacokinetics of antioxidants and their impact on systemic oxidative stress. Clin Pharmacokinet, 42; 437–459.
- Scott, J.J. 1991. Alkaline phytase activity in nonionic detergent extracts of legume seeds. Plant Physiol, 95(4); 1298–1301.
- Servi, S., Özkaya, H. and Çolakoglu, A.S. 2008. Dephytinization of wheat bran by fermentation with bakers’ yeast, incubation with barley malt flour and autoclaving at different pH levels. Journal of Cereal Science, 48; 471–476.
- Shamsuddin, M. 1992. Phytate and colon cancer risk. American Journal of Clinical Nutrition, 55; 478.

- Shamsuddin, A.M, Vucenik, I. and Cole, K. 1997. Minireview-IP₆: A novel anticancer agent. *Life Science*, 61 (4); 343–354.
- Shamsuddin, A.M. 1999. Metabolism and cellular function of IP: A review. *Anticancer Research*, 19 (5); 3733-3736.
- Shamsuddin A.M. 2002. Anti-cancer functions of phytic acid. *International Journal of Food Science and Technology*, 37; 769-782.
- Shieh, T.R. and Ware, J.H. 1968. Survey of microorganisms for the production of extracellular phytase. *Appl Microbiol.*, 16(9); 1348–1351.
- Singh., B. ve Reddy, N.R. 1977. Phytic acid and mineral composition of triticale. *Journal of Food Science*. 42(4);1077-1092.
- Singh, B. and Sedeh, H.G. 1979. Characteristics of phytase and its relationship to acid phosphatase and certain minerals in triticale. *Cereal Chemistry*, 56(4); 267-272.
- Steiner, T., Mosenthin, R., Zimmermann, B., Greiner, R. and Roth, S. 2007. Distribution of phytase activity, total phosphorus and phytate phosphorus in legume seeds, cereals and cereal by-products as influenced by harvest year and cultivar. *Animal Feed Science and Technology*, 133; 320–334.
- Svanberg, U., Lorri, W. and Sandberg, A-S. 1993. Lactic fermentation of non-tannin and high-tannin cereals: Effects on in vitro estimation of iron bioavailability and phytate hydrolysis. *J Food Sci.*, 58(2); 408–412.
- Talamond, P., Galon, G. and Treche, S. 1998. Rapid and sensitive liquid chromatographic method using a conductivity detector for the determination of phytic acid. *Food. Journal of Chromatography A*, 805; 143-147.
- Tangkongchitr, U., Seib, P.A. and Hoseney, R.C. 1981. Phytic acid. I. Determination of three forms of phosphorus in flour, dough and bread. *Cereal Chem.*, 58; 226-228.
- Temple, L., Gibson, RS. and Hotz, C. 2002. Use of soaking and enrichment for improving the content and bioavailability of calcium, iron and zinc in complementary foods and diets of rural malawian weanling. *Sensory and Nutritive Qualities of Food*, 67(5).
- Thompson, U. and Zhang, L. 1991. Phytic acid and minerals: Effect on early markers of risk for mammary and colon carcinogenesis. *Carcinogenesis*, 12; 2041–2045.
- Thompson, L.U. 1993. *Food Research*, 26; 131–149.
- Toma, R. B. ve Curtis, D. J. 1986. Dietary fiber: effect on mineral bioavailability. *Foods Technology*, 40; 111-116.
- Torre, M., Rodriguez, A. R. and Saura-Calixto, F. 1991. Effects of dietary fiber and phytic acid on mineral availability. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1(1); 1-22.
- Tsao, G.T., Zheng, Y., Lu, J. and Gong, C.S. 1997. Adsorption of heavy metal ions by immobilized phytic acid. *Appl. Biochem. Biotech.*, 63(5); 731-741.
- Türk, M. and Sandberg, A.-S. 1992. Phytate degradation during breadmaking: Effect of phytase addition, *Journal of Cereal Science*, 15; 281–294.
- Türk, M., Carlsson, N-G and Sandberg, A-S. 1996. Reduction in the levels of phytate during wholemeal bread making; effect of yeast and wheat phytases. *J Cereal Sci.*, 23; 257– 264.
- Türksoy, S. ve Özkaya, B. 2006. Farklı ekstraksiyonlu unlardan yapılan ekmeklerin fitik asit miktarları. *Hububat 2006. Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongresi*, 38-44, 7-8 Eylül, Gaziantep.

- Tyagi, P.K. and Verma, S.V.S. 1997. Effect of water soaking of wheat on phytate content and utilization by chicks. *Ind. J. Poult. Sci.*, 32; 216–219.
- Ummadi, P., Chenoweth, W.L. and Uebersax, M.A. 1994. The influence of extrusion processing on iron dialysability, phytates and tannins in legumes. *Journal of Food Processing and Preservation*, 19; 119–131.
- Vats, P. and Banerjee, U.C. 2004. Production studies and catalytic properties of phytases (*myo*-inositolhexakisphosphates phosphohydrolases): An overview, *Enzyme and Microbial Technology*, 35; 3–14.
- Viskari, P.J. and Colyer, C.L. 2002. Separation and quantitation of phycobiliproteins using phytic acid in capillary electrophoresis with laser-incuded florescence detection. *Journal of Chromotography A*, 972; 269-276.
- Viveros, A., Centeno, C., Brenes, A., Canales, R. and Lozano, A. 2000. Phytase and acid phosphatase activities in plant feedstuffs. *J. Agric. Food Chem.*, 48; 4009–4013.
- Vucenick, I., Kalebic, T., Tantivejkul, K. and Shamssuddin A. M. 1998. Novel anticancer function of inositol hexaphosphate: Inhibition of Human Rhabdomyosarcoma in vitro and in vivo. *Anticancer Research*, May–June.
- Weaver, C.M. and Kannan, S. 2002. Phytate and mineral bioavailability. In: Reddy NR, Sathe SK (eds) *Food phytates*. CRC Press, BocaRaton, 211–223.
- Weickert, M. O., Mohling, M., Koebnick, C., Holst, J. J., Namsolleck, P. and Ristow, M. 2005. Impact of cereal fibre on glucose-regulating factors. *Diabetologia*, 48; 2343–2353.
- Xu, P., Price, J. and Aggett, P.J. 1992. Recent advances in methodology for analysis of phytate and inositol phosphates in food. *Progress in Food and Nutrition Science*, 16; 245-262.
- Ylva, L., Joakim, E., Lars, J. and Anders Wicklund, G. 1998. Accumulation of cadmium from wheat bran,sugar-beet fibre,carrots and cadmium chloride in the liver and kidneys of mice.*Br J Nutr.*, 80 ; 205-211.
- Yoshida, T., Kunisuke, T. and Kasai, Z. 1975. Phytase activity associated with isolated aleurone particles of rice grains. *Agric. Biol. Chem.*,39(1); 289-290.
- Zeb, A., Bibi, N., Sattar, A. and Meulen, U. 1996. Effect of heat treatment on the phytate and phynolics of rapeseed. *Pak. J. Food Sci.*, 6; 17–19.
- Zhang, D. and Moore, W.R. 1999. Wheat bran particle size effects on breadbaking performance and quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79; 805-809.
- Zhou, J.R. and Erdman, J.W. 1995. Phytic acid in health and disease. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 35 (6); 495-508.
- Zimmermann, B., Lantzsch, H.-J., Langbein, U. and Drochner,W. 2002. Determination of phytase activity in cereal grains by direct incubation. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.*, 86; 347–352.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Pınar ÇAY
Doğum Yeri : Polatlı/ANKARA
Doğum Tarihi : 12/05/1982
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu:

Lise : Eskişehir Fatih Fen Lisesi (1997-2000)
Lisans : Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda
Mühendisliği Bölümü (2000-2004)
Yüksek lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği
Anabilim Dalı (Eylül 2005-Kasım 2008)

Çalıştığı Kurum :

Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı (2005-)