

TARHANADA SİNDİRİLEBİLİR PROTEİN VE KÜL MİKTARI ÜZERİNE MAYA, MALT UNU VE FİTAZ KATKILARININ ETKİLERİ¹

Nermin BİLGİÇLİ Selman TÜRKER

Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Kampüs-KONYA

ÖZET

Bu araştırmada maya (*Saccharomyces cerevisiae*) (% 0, 2,5, 5) malt unu (% 0, 2 ve 4) ve fitaz enzimi (% 0, 0.05 ve 0.5) katkıları kullanılarak yüksek randımanlı undan hazırlanan tarhananın bazı besinsel özellikleri araştırılmıştır. Parametre olarak fermentasyon kaybı, ham kül, ham protein ve bunların sindirilebilirlikleri kullanılmıştır. Tarhanada toplam kül ve protein miktarları fermentasyon prosesi sonucu oluşan kuru madde kaybı ile orantılı olarak artmıştır. Tarhana hamurlarında % 68,32 olan kül sindirilebilirlik oranı, tarhanada % 82,07'e çıkmıştır. Malt unu ve fitaz enzimi katkıları fermentasyonun kül sindirilebilirlik oranı üzerindeki etkisini artırırken, maya katkısı en etkili faktör olarak bulunmuştur. Tarhanadaki sindirilebilir protein miktarı ise % 95,12'e kadar çıkmış, burada da fermentasyon süreci, denenen diğer faktörlere göre baskın rol oynamıştır. Tarhana üretim sürecinde yer alan uzun fermentasyon süreci, ilave katkı ve işleme ihtiyacı duyulmaksızın kül ve protein sindirilebilirliklerini artırmaktadır.

Anahtar Kelimeler : Tarhana, kül, protein, fitik asit, kül sindirilebilirliği, protein sindirilebilirliği

THE EFFECTS OF YEAST, MALT FLOUR AND PHYTASE ADDITIONS ON DIGESTIBLE PROTEIN AND ASH CONTENT OF TARHANA

ABSTRACT

In this research, the effects of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) (0, 0.5 and 5 %), malt flour (0, 2 and 4 %) and phytase enzyme (0, 0.05 and 0.5 %) addition on the some nutritive parameters of the tarhana made with high extraction flour were investigated. As parameters, fermentation loss, the amounts of crude ash, protein and their rate of digestibility were used. The ash and protein amounts of the tarhana were increased as proportionally by the fermentation process as a result of the carbohydrate loss. For the crude ash, the digestibility increased from 68,32 % of dough to 82,07 % of the solid form. Malt flour and phytase enzyme additions showed a synergy to the effect of the fermentation in the digestible ash amount and the yeast addition were found more effective than those of malt flour and phytase enzyme. The digestible protein amount increased up to 95,12 % due to the effect of fermentation procedure dominantly being more effective than those of the other factors used. Tarhana making process alone at natural conditions without any additives and applications is able to increase digestibility of minerals and proteins.

Key Words : Tarhana, ash, protein, phytic acid, ash digestibility, protein digestibility

GİRİŞ

Tarhana, herhangi bir buğday ürününe, yoğurt ve diğer lezzet ve tat verici bileşenlerin katılarak fermente ettirilmesi ile üretilen yarı hazır bir gıda maddesidir (Türker 1991). Tarhana zengin besin maddeleri içeriği ile yaşlı, çocuk ve hamile beslenmesinde önemli rol oynar. Tarhana bileşiminde bulunan yoğurttaki laktik asit bakterileri ortamdaki protein, karbonhidrat ve yağ gibi besin öğelerini ön sindirime tabi tuttuklarından, tarhananın sindirilebilirliği ve besleyici özelliği artmaktadır (Pamir 1977; Saldamlı 1983). Ayrıca fermentasyon sırasında bazı mikroorganizmalar çeşitli vitamin ve büyüme faktörleri sentezleyerek ürünün beslenme değerini daha da artırmaktadırlar (Özbilgin 1983). Tarhananın ana bileşenlerinden olan un, lizin ve threonin gibi aminoasitleri az miktarda içerdiğinden düşük kaliteli bir protein kaynağıdır. Diğer ana bileşen olan yoğurtta bu aminoasitler yüksek oranda bulunduğu için, tarhanadaki un ve yoğurt esansiyel aminoasitler açısından birbirlerini tamamlamakta ve daha yüksek kaliteli bir protein kaynağı olmaktadır (Baysal 1979; Özbilgin 1983; Temiz ve Pirkul 1990). Tarhananın yüksek kül içeriği, mineral zenginliğini de ortaya koymaktadır.

Tarhana yapımında kullanılan hububat ve baklagillerde yaygın olarak bulunan fitik asit, vücut için gerekli olan bir çok mineral ile fizyolojik pH'da çözünmeyen kompleksler oluşturarak, bunların biyoyararlılığını düşürmektedir (Oberleas 1983; Lasztity ve Lasztity 1990). Ayrıca fitik asit, proteinlerin izoelektrik noktalarından daha düşük pH değerlerinde proteinlerle kompleks oluşturarak proteinlerin sindirilebilirliğini de azaltmaktadır (Cheryan 1980; Reddy ve ark. 1982).

Tarhana üretiminde mayaya yer verilmesi hem fermentasyon süresini kısaltmakta, hem de örnekteki bazı aminoasitler ile tarhananın tat ve koku özellikleri üzerinde olumlu etkiler yaratmaktadır (Temiz ve Pirkul 1990). Maya katkısı, tarhana örneklerinde suda eriyebilir protein miktarı, çiğ tarhanada protein sindirilebilirliği, enerji değeri ve viskoziteyi artırmaktadır (Türker 1991). Mayada bulunan fitaz enzimi fitik asiti parçalayarak mineral ve proteinlerin sindirilebilirliğini artırmaktadır (Rickard ve Thompson 1997). Mayalı ürünlerde fitik asit parçalanmasının yüksek olduğu literatürde yer almaktadır (Harland ve Harland 1980; Tangkongchit ve ark. 1981; Akbaş 2000; Başman ve ark. 2000). Tanedeki fitik asit miktarı; öğütme (Lasztity ve Lasztity 1990), çimlendirme (Saharon ve ark. 2001), suda ıslatma (Sripriya ve ark. 1997),

¹Bu çalışma Nermin Bilgiçli'nin Doktora Tezinden hazırlanmıştır

otoklavlama ve bulgur üretimi (Köksel ve ark. 1999; Özkaya ve ark. 2000), enzimatik yöntemler (Sandberg ve Svanberg 1991; Ekholm ve ark. 2002), fermentasyon (Harland ve Harland 1980; Tangkongchitir ve ark. 1981; Lopez ve ark. 1983) ile azaltılabilmektedir.

Malt unu yüksek amilaz aktivitesi ile fermentasyon sırasında mayaya substrat oluşturucu özelliğinin yanı sıra çimlenmeyle artan fitaz aktivitesi ile fitik asitin parçalanmasını sağlamaktadır (Pylar 1988; Elgün ve Ertugay 1995).

Enzimatik metotlar fitik asitin parçalanmasında oldukça etkilidir. Fitaz enzimi (myo-inositol hekzafosfat fosfohidrolaz) fitik asiti, myo-inositol ve orto fosforik asite hidrolize eder (Pomeranz 1988). Bakteriyel ve hububat kaynaklı fitazlar insan gıdalarında ve hayvan yemlerinde fitik asitin parçalanması için kullanılabilmektedir (Marklinder ve ark. 1995).

Bu çalışmada fitaz kaynağı olarak, fitaz enzim preparatı, maya ve malt katkıları kullanılarak; uygulanan fermentasyon süreci sonunda, tarhananın hamur ve toz haldeki sindirilebilir kül miktarının değişimi araştırılmıştır.

MATERYAL VE METOD

Materyal

Tarhana yapımında kullanılan hammaddelerden; yüksek randımanlı un (% 78), süzme yoğurt, domates salçası (32 Bx⁰), kuru soğan, toz kırmızı biber, tuz ve maya (*Saccharomyces cerevisiae*) piyasadan; malt, Efes Pilsen Konya Anadolu Malt Fabrikasından, fitaz enzimi (Finase P 10 000 FTU) Röhm Enzim firmasından temin edilmiştir.

Metod

Deneme Planı

Deneme; tarhana hamurlarına maya (*Saccharomyces cerevisiae*) (% 0, 2,5 ve 5), malt unu (% 0, 2 ve 4) ve fitaz enzim preparatı (% 0, 0.05 ve 0.5) ilave edilerek iki tekerrürlü ve 3 x 3 x 3 x 2 faktöriyel düzenleme şeklindeki deneme desenine göre yürütülmüştür (Düzgüneş ve ark. 1987).

Tarhana Örneklerinin Hazırlanması

Tarhana örnekleri Tablo 1'deki formülasyon kullanılarak üretilmiştir (Türker 1991). Un esasına göre; % 0, 2,5 ve 5 yaş maya, % 0, 2 ve 4 malt unu ve % 0, 0.05 ve 0.5 fitaz enzim preparatı ilave edilmiştir. Tablodaki belirtilen materyal laboratuvar tipi karıştırıcıda (Hobart) 5 dakika süre ile yoğrulmuştur. Hazırlanan tarhana hamurunun yarısı, 25'g lık küçük parçalara bölünmüştür. Bölünen her bir hamur parçası polietilen poşet içinde, 1mm kalınlıkta olacak şekilde levha haline getirilerek derhal derin dondurucuda dondurulmuştur. Hamurun diğer yarısı paslanmaz çelik bir kap içinde etüvde (30°C), 3 gün süre ile fermente

ettirilmiştir. Daha sonra tarhana hamurları küçük parçalara ayrılarak, 55°C'de hava sirkülasyonlu elektrikli fırında (Özköseoğlu PFS-9) paslanmaz çelik tepsi içerisindedir, % 9-12 su içeriğine kadar kurutulmuştur.

Derin dondurucuda dondurulan tarhana hamurları da analiz için derin dondurucudan çıkarıldıklarında aynı koşullarda kurutulmuştur.

Kurutulmuş tarhana hamurları, çekiçli değirmende 1 mm delik çaplı gömlek kullanılarak öğütülmüştür. Öğütülen örnekler polietilen ambalaja alınarak, soğutucuda muhafaza edilmiştir (Türker 1991).

Tablo 1. Tarhana Üretiminde Kullanılan Genel Formülasyon

| Hammadde | Miktar (g) | Oran (%) |
|-------------------|------------|--------------|
| Un | 400 | 100 |
| Yoğurt | 160 | 40 |
| Salça | 40 | 10 |
| Kuru soğan | 20 | 5 |
| Kırmızı toz biber | 8 | 2 |
| Tuz | 4 | 1 |
| Yaş maya | 0, 10, 20 | 0, 2,5, 5 |
| Malt unu | 0, 8, 16 | 0, 2, 4 |
| Fitaz | 0, 0.20, 2 | 0, 0.05, 0.5 |

Laboratuvar Analizleri

Tarhana yapımında kullanılan hammadde ve deneme desenine göre elde edilen tarhana hamuru ve tarhana örneklerinde; kuru madde (AACC 44-12), kül (AACC 08-03) ve protein (AACC 46-12) tayinleri yapılmıştır (Anon. 1990).

Sindirilebilir protein ve kül miktarı tayinleri, in vitro olarak Bookwalter ve ark. (1987); Saharan ve ark.'na (2001) göre modifiye edilerek yapılmıştır. 1 gram tarhana örneği üzerine 25 ml pepsin çözeltisi (0,03 N 1 litre HCl + 2 gram pepsin) ilave edilip karıştırılmıştır. Bu karışım çalkalamalı su banyosunda 40 °C'de 3 saat tutulup, sürenin sonunda her bir örnek standart külsüz filtre kağıdından (Schleicher and Schvell 589-1 Achwarzband) süzümüştür. Filtre kağıdında kalan tortu filtre kağıdı ile birlikte kül fırınında yakılarak kül miktarı belirlenmiş bu değer toplam kül miktarından çıkarılarak sindirilebilir kül miktarı bulunmuştur. Sindirilebilir protein değerlerinin belirlenebilmesi için süzükten 20 ml alınarak yaş yakma yapılmış ve 100 ml'ye saf suyla tamamlanmıştır. Elde edilen çözeltide protein tayini yapılmıştır (Kaçar 1972; Anon. 1990). Kül ve protein sindirilebilirlik oranları, % sindirilebilirlik şeklinde ifade edilmiştir.

Tarhana örneklerinin fermentasyon kaybı kuru madde üzerinden aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{Fermentasyon Kaybı} = 100 \times [(C \times D) - (A \times B)] / (A \times B)$$

- A: Fermentasyon öncesi hamur ağırlığı (g)
- B: Fermentasyon öncesi kuru madde miktarı (%)
- C: Öğütülmüş tarhananın toplam ağırlığı (g)
- D: Tarhananın kuru madde miktarı (%)

İstatistik Analizler

Araştırma sonunda elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuş, farklılıkları istatistik olarak önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarının ortalamaları ise Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır (Düzgüneş ve ark. 1987).

ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Analitik Sonuçlar

Tarhana üretiminde kullanılan hammaddelere ait bazı analiz sonuçları Tablo 2'de verilmiştir. Salça, maya ve biber en yüksek kül içeriğine sahip bileşenlerdir. Yoğurdun toplam ve sindirilebilir protein oranının diğer bileşenlere göre oldukça yüksek olduğu tabloda görülmektedir.

Fermentasyon kaybı

Fermentasyon kaybı değerlerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 3'de bu değerlere ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Tablo 4'de verilmiştir. Maya ve malt unu katkısı fermentasyon kaybı üzerinde istatistik olarak önemli ($p < 0,01$) bulunmuştur.

Tarhana yapımında kullanılan maya oranı arttıkça fermentasyon kaybı değeri de artmıştır. Fermentasyon

Tablo 2. Tarhana Üretiminde Kullanılan Hammaddeye Ait Bazı Analiz Sonuçları*

| Hammadde | Su (%) | Toplam Kül (%) | Sindirileb. Kül (%) | Kül Sindirileb. Oranı (%) | Toplam Protein (%)** | Sindirileb. Protein (%) | Protein Sindirileb. Oranı (%) |
|----------|--------|----------------|---------------------|---------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------------|
| Un | 11,19 | 1,1012 | 0,6062 | 55,05 | 11,59 | 7,85 | 67,73 |
| Malt unu | 9,61 | 1,9609 | 1,2920 | 65,89 | 08,64 | 5,73 | 66,32 |
| Yoğurt | 78,65 | 2,7210 | 2,2460 | 82,54 | 26,69 | 23,48 | 87,97 |
| Salça | 71,09 | 8,8341 | 8,0291 | 90,89 | 16,25 | 11,38 | 70,03 |
| Soğan | 91,35 | 3,0755 | 2,9355 | 95,45 | 07,85 | 06,04 | 76,94 |
| Maya | 70,98 | 6,3982 | 5,0932 | 79,60 | 47,45 | 41,90 | 88,30 |
| Biber | 5,75 | 6,0910 | 4,8960 | 80,38 | 10,72 | 7,61 | 70,99 |

* Sonuçlar kuru madde esasına göre verilmiştir. ** Protein = $N \times 6,25$

Tablo 3. Fermentasyon Kaybı Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları*

| VK | SD | Fermentasyon Kaybı | |
|-----------|----|--------------------|------------|
| | | KO | F |
| Maya (A) | 2 | 642,848 | 1431,679** |
| Malt (B) | 2 | 40,110 | 89,329** |
| AxB | 4 | 10,766 | 23,976** |
| Fitaz (C) | 2 | 0,446 | 0,993ns |
| AxC | 4 | 0,490 | 1,092ns |
| BxC | 4 | 0,678 | 1,511ns |
| AxBxC | 8 | 0,533 | 1,186ns |
| Hata | 27 | 0,449 | |

* $p < 0,05$ önemli, ** $p < 0,01$ önemli, ns önemsiz

Toplam kül

Tarhana örneklerinin toplam kül, sindirilebilir kül ve kül sindirilebilirlik oranı değerlerine ait varyans

analiz sonuçları Tablo 5 ve 6'da, bu değerlere ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Tablo 7'de verilmiştir.

Tarhana hamurlarının toplam kül miktarı üzerinde, maya ($p < 0,01$) ve malt unu katkısı ($p < 0,05$); tar-

hane örneklerinin toplam kül değerleri üzerinde ise maya ($p < 0,01$) ve malt unu katkısı ($p < 0,01$) istatistik olarak önemli bulunmuştur.

Tablo 4. Fermentasyon Kaybı Değeri (%) Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları*

| Faktör | Katkı (%) | n | Fermentasyon Kaybı |
|--------|-----------|----|--------------------|
| Maya | 0,0 | 18 | 6,197 c |
| | 2,5 | 18 | 15,861 b |
| | 5,0 | 18 | 17,120 a |
| Malt | 0,0 | 18 | 11,411 b |
| | 2,0 | 18 | 13,449 a |
| | 4,0 | 18 | 14,319 a |

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

Tarhana örneklerinin toplam kül miktarlarının tarhana hamuru örneklerinden yüksek olması, maya oranına bağlı olarak değişen fermentasyona bağlı kuru madde kaybının (% 6,197-17,120) oluşturduğu nispi artıştan kaynaklanmaktadır (Tablo 4) (Elgün ve Ertugay 1995; Pylar 1988).

Tarhana formülasyona katılan maya oranının artırılması toplam kül miktarını artırmıştır. Tarhana ya-

pımında kullanılan yaş mayada kül miktarı % 6.39 dur (Tablo 2). Mayanın kül içeriğinin, ana bileşenler olan un ve yoğurda göre yüksek olması, tarhanada maya katkılama oranına bağlı olarak, toplam kül miktarında artışa katkı sağlayabilir.

Maltsız tarhana örneklerinde düşük fermentasyon kaybı değeri (Tablo 4) ile orantılı olarak, toplam kül değeri mayalı örneklerden düşük çıkmıştır. Maltlı örneklerde daha fazla fermentasyon kaybı gerçekleştiğinden toplam kül miktarı oransal olarak daha yüksek bulunmuştur.

Tablo 5. Tarhana Hamuru Örneklerinin Kül Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları*

| VK | SD | Toplam Kül | | Sindirilebilir Kül | | KSO** | |
|-----------|----|------------|----------|--------------------|-----------|---------|----------|
| | | KO | F | KO | F | KO | F |
| Maya (A) | 2 | 0,019 | 21,084** | 0,085 | 199,298** | 214,342 | 70,874** |
| Malt (B) | 2 | 0,000 | 4,446* | 0,008 | 19,921** | 42,056 | 13,906** |
| AxB | 4 | 0,000 | 0,234ns | 0,000 | 0,904ns | 5,658 | 1,871ns |
| Fitaz (C) | 2 | 0,000 | 0,863ns | 0,043 | 100,659** | 13,463 | 37,518** |
| AxC | 4 | 0,000 | 0,163ns | 0,002 | 4,444** | 4,380 | 1,448ns |
| BxC | 4 | 0,000 | 0,148ns | 0,001 | 1,623ns | 2,430 | 0,804ns |
| AxBxC | 8 | 0,000 | 0,460ns | 0,000 | 0,869ns | 3,460 | 1,144ns |
| Hata | 27 | | 0,000 | | 0,000 | | 3,024 |

* $p < 0,05$ seviyesinde önemli, ** $p < 0,01$ seviyesinde önemli, ns önemsiz ** KSO: Kül Sindirilebilirlik Oranı

Tablo 6. Tarhana Örneklerinin Kül Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

| VK | SD | Toplam Kül | | Sindirilebilir Kül | | KSO** | |
|-----------|----|------------|------------|--------------------|------------|--------|----------|
| | | KO | F | KO | F | KO | F |
| Maya (A) | 2 | 0,536 | 1652,264** | 0,584 | 1086,576** | 63,379 | 89,665** |
| Malt (B) | 2 | 0,014 | 43,147** | 0,020 | 36,433** | 12,616 | 17,849** |
| AxB | 4 | 0,004 | 12,950** | 0,005 | 9,759** | 2,208 | 3,124* |
| Fitaz (C) | 2 | 0,000 | 0,005ns | 0,012 | 22,743** | 23,375 | 33,070** |
| AxC | 4 | 0,000 | 0,207ns | 0,000 | 0,855ns | 0,639 | 0,904ns |
| BxC | 4 | 0,000 | 0,135ns | 0,001 | 1,127ns | 0,222 | 0,314ns |
| AxBxC | 8 | 0,000 | 0,274ns | 0,001 | 1,018ns | 0,856 | 1,211 ns |
| Hata | 27 | | 0,001 | | 0,001 | | 0,707 |

* $p < 0,05$ seviyesinde önemli, ** $p < 0,01$ seviyesinde önemli, ns önemsiz ** KSO: Kül Sindirilebilirlik Oranı

Tablo 7. Tarhana Örneklerinin Kül Değeri (%) Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları*

| Faktör | Katkı(%) | n | TARHANA HAMURU | | | TARHANA | | |
|--------|----------|----|----------------|-----------|----------|------------|-----------|-----------|
| | | | Toplam Kül | Sind. Kül | KSO** | Toplam Kül | Sind. Kül | KSO** |
| Maya | 0,0 | 18 | 1,750 c | 1,146 c | 64,047 b | 1,790 c | 1,428 c | 80,064 c |
| | 2,5 | 18 | 1,787 b | 1,235 b | 69,218 a | 1,976 b | 1,628 b | 82,678 b |
| | 5,0 | 18 | 1,815 a | 1,281 a | 70,951 a | 2,135 a | 1,787 a | 83,703 a |
| Malt | 0,0 | 18 | 1,779 a | 1,198 b | 66,227 b | 1,938 b | 1,581 b | 81,406 b |
| | 2,0 | 18 | 1,786 a | 1,222 a | 68,491 a | 1,969 a | 1,617 a | 81,984 ab |
| | 4,0 | 18 | 1,787 a | 1,242 a | 69,138 a | 1,994 a | 1,647 a | 83,056 a |
| Fitaz | 0,0 | 18 | 1,783 a | 1,171 c | 65,392 b | 1,967 a | 1,588 b | 81,053 c |
| | 0,05 | 18 | 1,778 a | 1,224 b | 68,052 a | 1,944 a | 1,616 a | 82,064 b |
| | 0,5 | 18 | 1,781 a | 1,268 a | 70,411 a | 1,943 a | 1,640 a | 83,328 a |

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p < 0,05$) ** KSO: Kül Sindirilebilirlik Oranı

Sindirilebilir kül

Tarhana hamurlarında ve tarhana örneklerinde sindirilebilir kül üzerinde maya, malt unu ve fitaz katkısı $p < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Maya katkısı oranının artmasıyla sindirilebilir kül değerleri de toplam kül değerleri gibi bir artış göstermiştir. Mayasız tarhana hamuru ve tarhana örneklerinde sindirilebilir kül miktarları sırasıyla % 1,146 ve 1,428; % 2,5 maya katkılı örneklerde % 1,235 ve

1,628; % 5 maya katkılı örneklerde % 1,281 ve 1,787 olarak bulunmuştur (Tablo 7).

Sindirilebilir mineral madde miktarının doğal ya da mayalı fermentasyonla (Sripriya ve ark. 1997; Toufeili ve ark. 1999; Elyas ve ark. 2001; Dhingra ve Jood 2001) artması, sindirilebilir kül miktarının artmasını sağlamaktadır

Hem tarhana hamuru hem de tarhana örneklerinde maya oranı arttıkça sindirilebilir kül miktarı artmaktadır. Maya oranının artması, fitik asitin parçalanarak

sindirilebilir mineral madde miktarının artmasını sağlamakta ve dolayısıyla sindirilebilir kül miktarını artırmaktadır (Harland ve Harland 1980; Toufeili ve ark. 1999).

Malt katkılı örneklerde sindirilebilir kül miktarı yüksek bulunmuştur. Malt unu katkısı maya fermentasyonunu hızlandırıcı (Pylar 1988), fermentasyon kaybını artırıcı (Elgün ve Ertugay 1995) ve fitaz enzimi aktivitesi (Lasztity ve Lasztity 1990) etkileri ile sindirilebilir kül miktarını yükseltmiştir.

Tarhana örneklerinde fitaz katkısı sindirilebilir kül miktarını artırmıştır. Fitaz enzimi fitatları parçalayıp minerallerin serbest kalmasını sağladığından (Lasztity ve Lasztity 1990; Rickard ve Thompson 1997) fitaz enzimi aktivitesi sonucu sindirilebilir kül miktarının artması doğal bir sonuçtur.

Kül sindirilebilirlik oranı

Tarhana hamuru ve tarhana örneklerinde kül sindirilebilirlik oranı üzerinde maya, malt unu ve fitaz katkısı $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Tablo 5 ve 6).

Maya değişkenine bağlı olarak tarhana hamurlarındaki kül sindirilebilirlik oranları incelendiğinde mayalı örneklerin kül sindirilebilirlik oranlarının yüksek olduğu görülmektedir (Tablo 7). Bu durum hem mayanın yapısında bulunan yüksek sindirilebilir kül miktarından, hem de mayanın tarhana hamuruna ilave edilmesiyle yoğurma sırasında aktivite göstermesinden kaynaklanmaktadır. Bu süre içinde mayanın fitaz aktivitesi sonucu mineraller serbest kalmış, böylece sindirilebilir kül ve ilgili olarak kül sindirilebilirlik oranlarında artış gözlenmiştir. Tarhana örneklerinin kül sindirilebilirlik oranları da tarhana hamurunda olduğu gibi, maya katkısı oranı arttıkça; kül sindirilebilirlik oranı artmaktadır.

Malt katkısı, tarhana hamuru ve tarhanada kül sindirilebilirlik oranını artırmaktadır (Tablo 7). Malt üretimi fitaz enzimi aktivitesinin artırılması açısından önemli bir prostestir. Çimlendirme ile fitaz ve amilaz enzimi aktivitesi arpada artmaktadır (Elgün ve Ertugay 1995; Greiner ve ark. 2000). Artan fitaz aktivitesi malt katkılı tarhana örneklerinde fitat parçalanmasını, amilazlarda maya fermentasyonunu artırarak kül sindirilebilirlik oranı değerini yükseltmiştir.

Tablo 8. Tarhana Örneklerinin Protein Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları*

| VK | SD | Toplam Protein | | Sindirilebilir Protein | | PSO** | |
|-----------|----|----------------|----------|------------------------|----------|---------|-----------|
| | | KO | F | KO | F | KO | F |
| Maya (A) | 2 | 18,894 | 49,472** | 32,165 | 91,058** | 115,773 | 255,806** |
| Malt (B) | 2 | 0,249 | 0,652ns | 0,478 | 1,35ns | 2,011 | 4,443* |
| AxB | 4 | 0,107 | 0,279ns | 0,099 | 0,279ns | 0,609 | 1,345ns |
| Fitaz (C) | 2 | 0,178 | 0,465ns | 0,491 | 1,391ns | 6,018 | 13,298** |
| AxC | 4 | 0,045 | 0,119ns | 0,013 | 0,037ns | 0,588 | 1,300ns |
| BxC | 4 | 0,038 | 0,098ns | 0,041 | 0,116ns | 1,457 | 3,220* |
| AxBxC | 8 | 0,040 | 0,104ns | 0,058 | 0,163ns | 1,561 | 3,449** |
| Hata | 27 | 0,382 | | 0,353 | | 0,453 | |

* $p<0,05$ seviyesinde önemli, ** $p<0,01$ seviyesinde önemli, ns önemsiz ** PSO : Protein Sindirilebilirlik Oranı

Fitaz katkısı tarhana hamuru ve tarhanada kül sindirilebilirlik oranını artırmaktadır (Tablo 7). Fermentasyon süresi boyunca dışarıdan eklenen fitaz enzimine ilaveten, ortamda bulunan maya ve mikroorganizmalara ait fitaz enzimleri de aktivite göstermiş ve fitat parçalanmasını sağlamıştır. Serbest kalan mineraller kül sindirilebilirlik oranını artırmıştır.

Denenen faktörlerin etkisi hamur aşamasında daha açık görülmüştür. Tarhanada ise fermentasyon süreci etkili olarak denenen faktörlerin etkisini örterek, baskın duruma geçmiştir. Kül sindirilebilirliğinin artışında; denenen fitaz enzim preparatı, maya ve malt unu katkılarının etkisi % 5 civarlarında iken, uzun süreli fermentasyon sindirilebilirlikte %15'den fazla artış sağlamıştır.

Toplam protein

Tarhana örneklerine ait toplam protein, sindirilebilir protein ve protein sindirilebilirlik oranları değerlerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 8'de verilmiştir. Bu değerlere ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Tablo 9'da özetlenmiştir.

Toplam protein miktarları üzerinde sadece maya katkısı istatistiki olarak önemli ($p<0,01$) bulunmuş, artan maya katkısı oranı toplam protein miktarını da artırmıştır. Mayasız örneklerde toplam protein miktarı % 15,019'la en düşük değere sahipken, maya oranı % 2,5'a çıkartıldığında protein miktarı % 16,273'e yükselmektedir. % 5 maya katkısında ise bu değer % 17,050 oranı ile en yüksek toplam protein miktarı değerini vermiştir. Bu artıştaki en büyük etkenlerden biri, mayanın kuru madde üzerinden % 41.90 (Tablo 2) oranında sindirilebilir protein içermesidir. Bu sebeple maya katkı oranının artmasıyla toplam proteinin artış göstermesi mayanın yüksek protein içeriğinden kaynaklanan doğal bir sonuçtur (Canbaş 1995).

Ayrıca maya katkı oranının artması ile fermentasyon kaybı değerleri yükselmekte ve protein miktarında oransal artış gerçekleşmektedir.

Sindirilebilir protein

Sindirilebilir protein miktarları üzerinde sadece maya katkısı istatistiki olarak önemli ($p<0,01$) bulunmuştur (Tablo 8). Artan maya oranı sindirilebilir protein miktarlarını artırmıştır.

Tablo 9. Tarhana Örneklerinin Protein Değeri (%) Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları*

| Faktör | Katkı (%) | n | Toplam Protein | Sindirilebilir Protein | PSO** |
|--------|-----------|----|----------------|------------------------|-----------|
| Maya | 0,0 | 18 | 15,019 c | 13,374 c | 89,039 c |
| | 2,5 | 18 | 16,273 b | 15,098 b | 92,783 b |
| | 5,0 | 18 | 17,050 a | 16,006 a | 93,875 a |
| Malt | 0,0 | 18 | 15,980 a | 14,643 a | 91,543 a |
| | 2,0 | 18 | 16,162 a | 14,880 a | 91,949 a |
| | 4,0 | 18 | 16,249 a | 15,002 a | 92,206 a |
| Fitaz | 0,0 | 18 | 16,012 a | 14,636 a | 91,308 b |
| | 0,05 | 18 | 16,210 a | 14,920 a | 91,926 ab |
| | 0,5 | 18 | 16,121 a | 14,923 a | 92,464 a |

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p < 0,05$) **PSO : Protein Sindirilebilirlik Oranı

Tarhana formülasyonuna katılan maya katkısı oranı arttıkça sindirilebilir protein miktarı da artmaktadır. Mayasız tarhana örneklerinin sindirilebilir protein miktarı % 13,374, % 2,5 maya katkılı örneklerin protein miktarı % 15,098 ve % 5 maya katkılı örneklerin % 16,006 olarak bulunmuştur (Tablo 9). Fermentasyon protein sindirilebilirliğinin artışında çok etkili bir prosestir (Özbilgin 1983; Işıkoğlu 1986; Temiz ve Pirkul 1990). Maya oranının artması; fermentasyonun hızlanması, fermentasyon kayıplarının artması (Tablo 9) ve mayadan gelen ilave sindirilebilir protein vasıtasıyla sindirilebilir protein miktarını artırmaktadır.

Protein sindirilebilirlik oranı

Protein sindirilebilirlik oranı üzerinde maya, fitaz enzim preparatı ($p < 0,01$) ve malt unu katkısı ($p < 0,05$) önemli olmuştur (Tablo 8). Artan maya oranı protein sindirilebilirlik oranını artırmıştır (Tablo 9). Mayasız örneklerde % 89,039 olan protein sindirilebilirlik oranı, % 2,5 ve 5 maya katkısında sırasıyla % 92,783 ve 93,875 değerlerine ulaşmıştır. Türker (1991) mayasız örneklerde % 94,43, mayalı örneklerde % 98,74; İbanoğlu ve ark. (1997) mayalı örneklerde % 80,70; Jandal (1989) kışk örneklerinde % 92-92,6 protein sindirilebilirliği değerleri belirlemiştir. Aradaki farklılıklar kullanılan yoğurt tipi ve kalitesinden kaynaklanmaktadır (Temiz ve Pirkul 1991). Tarhanada yoğurdun üzerinde bir protein sindirilebilirliğinin elde edilmesi oldukça anlamlı görülmektedir.

Bitkisel proteinlerden vücudun yararlanma oranı %75'in altındadır (Işıkoğlu 1986). Bu çalışmada % 67,73 protein sindirilebilirlik oranına sahip bitkisel kaynaklı un ile, % 87,97 protein sindirilebilirlik oranına sahip yoğurt (Tablo 2) tarhanaya işlenerek protein sindirilebilirlik oranı % 93'lere çıkarılabilmektedir. Bir hububat ürünü olan ekmekteki protein sindirilebilirlik oranı %74 olup (Dhingra ve Jood 2001) tarhana ile karşılaştırıldığında, tarhananın besinsel değerinin yüksekliği ortaya çıkmaktadır.

Malt unu katkısı değişkenine bağlı olarak protein sindirilebilirlik oranı incelendiğinde; maltsız örneklerde % 91,543; % 2 malt unu katkılı örneklerde %

91,949 ve % 5 malt unu katkılı örneklerde % 92,206 protein sindirilebilirlik oranı değerleri bulunmuştur. Değerler istatistiki olarak farksız bulunmuştur, ancak deskriptif olarak incelendiklerinde malt unu oranı arttıkça, protein sindirilebilirlik oranının da arttığı görülmektedir. Bu artışın sebebi, malt ununun sahip olduğu proteaz aktivitesi sonucu eriyebilir azotlu maddelerin artışına bağlanabilir (Elgün ve Ertugay 1995; Pyler 1988).

Fitaz katkısı protein sindirilebilirlik oranı değerini artırmıştır. Fitaz katkısız örneklerde en düşük protein sindirilebilirlik oranı (% 91,308) belirlenmiştir. % 0,05 fitaz katkılı örneklerin protein sindirilebilirlik oranı (% 91,926) ve % 0,5 fitaz katkılı örneklerin protein sindirilebilirlik oranı (% 92,464) istatistiki olarak farksız bulunmuştur.

Fitik asitin proteinlerle reaksiyona girerek bunların sindirilebilirliğini azalttığı çeşitli kaynaklarda bildirilmiştir (Cheryan 1980; Reddy ve ark. 1982; Carnovale ve ark. 1988). Fitaz enzimi, fitik asiti parçalayarak proteinle reaksiyona girmesini engellemektedir. Fitaz katkılı örneklerde protein sindirilebilirlik oranının yüksek olması fitaz etkinliğinden kaynaklanmaktadır.

Artan maya katkısı tarhanada besinsel özelliklere katkıda bulunurken, fermentasyon kaybını artırmaktadır. Bu açıdan % 2,5 maya katkısı optimal sayılabilir. % 5'lik maya katkısının, protein ve kül biyoyararlılığı da sınırlı kalmıştır. Malt unu fermentasyon kayıplarını yükseltmiştir.

Fermentasyondaki kuru madde kaybına bağlı olarak tarhanada kül miktarı artmış, sindirilebilir kül miktarı da yükselmiştir. Maya ilavesi toplam ve sindirilebilir küle önemli katkı sağlamıştır. Malt ve fitaz enzimi ilavesi bu etkiyi daha da artırmaktadır.

Protein sindirilebilirlik oranı, tarhana yapım prosesi ile % 93'e kadar yükselmiştir. Toplam protein miktarında en çok artış sağlayan etkili faktör maya katkısıdır. Maya katkısı ile protein sindirilebilirliği de yükselmektedir. Malt unu ve fitazın sindirilebilirlik oranına etkisi sınırlı kalmıştır.

Sonuç olarak tarhana, kül dolayısıyla mineral madde ve protein biyoyararlılığı açısından oldukça üstün değerde bir gıda maddesi olarak tespit edilmiş olup, doğal fermentasyon işleminin bu hususta yeterli olduğu; maya, malt ve fitaz katkısının sınırlı düzeyde ilave etki gösterdiği görülmüştür. Bulgular tarhana çorbasının yoğurda göre daha üstün biyoyararlılık gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu yönüyle tarhana ideal bir çocuk, yaşlı ve hamile gıda maddesi özelliğine sahip olduğu anlaşılmaktadır. Tarhananın bu özelliğinin tam anlamıyla ortaya koyulması için mineral maddeler ve esansiyel amino asitler açısından daha detaylı olarak incelenmesine ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

- Akbaş, E.B. 2000. Mısır ekmeğinin bazı özellikleri ve fitik asit miktarı üzerine yapım yöntemlerinin etkileri. Yüksek lisans tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Anonymous, 1990. American Association of Cereal Chemists. 1990. Approved Methods of the AACC. 8th ed. The Association: St. Paul, MN.
- Başman, A., Özkaya, B. ve Köksel, H. 2000. Destruction of phytic acid in leavened and unleavened Turkish flat breads. *Getreide Mehl und Broth*.
- Baysal, A. 1979. Beslenme. Üçüncü Baskı. Hacettepe Üniversitesi. Yayınları, A:13, Ankara.
- Bookwalter, G.N., Kirlis, A.W. and Mertz, E.T. 1987. In vitro digestibility of protein in milled sorghum and other processed cereals with and without soy fortification. *J. Food Sci.* 52 (6) : 1577-1579.
- Canbaş, A. 1995. Ekmek Mayacılığı. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları. Yayın No : 22, Ankara.
- Carnovale, E., Lugaro, E. and Lombardi-Boccia, G. 1988. Phytic acid in faba bean and pea : Effect on protein availability. *Cereal Chem.* 65 : 114-117.
- Cheryan, M. 1980. Phytic acid interaction in food system. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition.* 13 : 297-355.
- Dhingra, S. and Jood, S. 2001. Organoleptic and nutritional evaluations of wheat breads supplemented with soybean and barley flour. *Food Chem.* 77 : 479-488.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O. ve Gürbüz, F. 1987. Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistiksel Metodları-II), Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayın No: 1021, Ankara.
- Ekholm, P., Virkki, L., Ylinen, M. and Johansson, L. 2002. The effect of phytic acid and some naturel chelating agents on the solubility of mineral elements in oat bran. *Food Chem.* 80 (2): 165-170.
- Elgün, A. ve Ertugay, Z. 1995. Tahıl İşleme Teknolojisi, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. No : 297, Erzurum.
- Elyas, S.H.A., El Tinay, A.H., Yousif, N.E. and Elsheikh, E.A.E. 2001. Effect of naturel fermentation on nutritive value and in vitro protein digestibility of perl millet. *Food Chem.* 78 (1) :75-79.
- Greiner, R., Jany, K.D. and Alming, M.L. 2000. Identification and properties of myo-inositol hexakisphosphate phosphohydrolases (phytases) from barley (*Hordeum vulgare*). *J. Cereal Sci.* 31 : 127-139.
- Harland, B.F and Harland, J. 1980. Fermentative reduction of phytate in rye, white and whole wheat breads. *Cereal Chem.* 57 (3) : 226-229.
- Ibanoğlu, Ş., Ainsworth, P., Wilson, G. and Hayes, G.D. 1997. The effect of fermentation conditions on the nutrients and acceptability of tarhana. *Food Chem.* 53 : 143-147.
- Işıkoğlu, M. 1986. Beslenme. Mili Eğitim Basımevi. 2. baskı, İstanbul.
- Jandal, J.M. 1989. Kishk as fermented dairy product. *Indian Dairyman.* 41 (9) : 479-481.
- Kacar, B. 1972. Bitki ve toprağın kimyasal analizleri. II. Bitki Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. No: 453, Ankara.
- Köksel, H., Edneyt, M.J., Özkaya, B. 1999. Barley bulgur effect of processing and cooking on chemical composition. *J. Cereal Sci.* 29 : 185-190
- Lasztity, R. and Lasztity, L. 1990. Phytic acid in cereal technology. *Advances in Cereal Science and Technology.* Pomeranz, Y. (ed). pp 309-371. American Association of Cereal Chemists, USA.
- Lopez, Y., Gordon, D.T. and Field, M.L. 1983. Release of phosphours from phytate by naturel lactic acid fermentation. *J. Food Sci.* 43 (3) : 935-954.
- Marklinder, I.M., Larson, M., Fredlund, K. and Sandberg, A.S. 1995. Degredation of phytate by using varied sources of phytases in an oat-based nutrient solutions fermented by *Lactobacillus plantarum* strain299 V. *Food Microbiology.* 12 (6) : 487-495.
- Oberleas, D. 1983. Phytate content in cereals and legumes and methods of determination. *Cereal Foods World.* 28 : 352-357.
- Özbilgin, S. 1983. The chemical and biological evaluation of tarhana supplemented with chickpea and lentil., Ph. D. Thesis, Cornell University, New York, USA.

- Özkaya, B., Özkaya, H. Köksel, H. 2000. Abbau der phytinsäure in gelockerten und nicht gelockerten türkischen flachbrot. Getreide Mehl und Broth. 55 (4) : 225-227.
- Pamir, H. 1977. Fermantasyon Mikrobiyolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No : 639, Ankara.
- Pomeranz, Y. 1988. Wheat Chemistry and Technology. American Association of Cereal Chemist. 3th. Edt, USA.
- Pyler, E.J. 1988. Baking Science and Technology. Sosland Publishing Company 3th.Edt. USA.
- Reddy, N.R Sathe, S.K. and Salunke, D.H. 1982. Phytates in legumes and cereals. Advances In Food Research. 28 : 1-92.
- Rickard, E.S. and Thompson, L.U. 1997. Interactions and effects of phytic acid. Antinutrients and Phytochemicals in Food. Shahidi, F. (ed). pp 294-313 American Chemical Society. Washington D.C.
- Saharan, K., Khetarpaul, N. and Bishnoi, S. 2001. HCl-extractibility of minerals from ricebean and fababean : influence of domestic processing methods. Innovative Food Sci. Emerging Tech. 2 : 323-325.
- Saldamlı, İ. 1983. Beslenme açısından fermente süt ürünleri. Gıda 8 (6) : 297-3111
- Sandberg, A.S. and Svanberg, U. 1991. Phytate hydrolysis by phytase in cereals: Effect on in vitro estimation of iron availability. J. Food Sci. 56 : 1330-1333.
- Sripriya, G., Antony, U. and Chandra, T.S. 1997. Changes in carbohydrates, free amino acids, organic acids, phytate and HCl extractibility of minerals during germination and fermentation of finger millet. Food Chem. 58 (4) : 345-350.
- Tangkongchitr, U., Seib, P.A and Hosney, R.C. 1981. Phytic acid IL It's fate during breadmaking. Cereal Chem. 58 (3) : 229-234.
- Temiz, A. ve Pirkul, T. 1990. Tarhana fermentasyonunda kimyasal ve mikrobiyolojik değişimler. Gıda 15 (2) : 119-126.
- Temiz, A. ve Pirkul, T. 1991. Farklı bileşimlerde üretilen tarhananın kimyasal, duyuşsal özellikleri. Gıda 16 (1) : 7-13.
- Toufeili, I., Melki, C., Shadarevian, S. and Robinson, R.K. 1999. Some nutritional and sensory properties of bulgur and whole wheat-meal kishk (a fermented milk-wheat mixture). Food Quality and Preference. 10 : 9-15.
- Türker, S. 1991. Sağlam, pişirilmiş ve çimlendirilmiş çeşitli baklagil katkılarıyla, mayasız ve maya ile fermente edilen tarhananın bazı fiziksel, kimyasal ve besinsel özellikleri üzerine bir araştırma. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.