

**ÇÖLYAK HASTALARI İÇİN BAKLAGİL UNLARI İLE  
ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ PİRİNÇ TARHANASI**

**RICE TARHANA ENRICHED WITH LEGUME FLOURS  
FOR CELIAC PATIENTS**

**FATMA HANDE ÖZMEN**

Hacettepe Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin

GIDA Mühendisliği Anabilim Dalı için Öngördüğü

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Olarak Hazırlanmıştır.

2011

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne,

Bu çalışma jürimiz tarafından GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI'nda  
YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan :.....  
(Prof. Dr. Recai ERCAN)

Üye (Danışman) :.....  
(Prof. Dr. Süeda ÇELİK)

Üye :.....  
(Prof. Dr. Ayhan TEMİZ)

Üye :.....  
(Prof. Dr. Berrin ÖZKAYA)

Üye :.....  
(Doç. Dr. Arzu BAŞMAN)

ONAY

Bu tez .../.../2011 tarihinde Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri  
üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

.../.../2011

Prof. Dr. Adil DENİZLİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜR

# ÇÖLYAK HASTALARI İÇİN BAKLAGİL UNLARI İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ PİRİNÇ TARHANASI

FATMA HANDE ÖZMEN

## ÖZ

Çölyak hastalığı ince bağırsağı etkileyen bir otoimmün hastalıktır. Çölyak hastalığı olan bireyler, buğday, arpa, çavdar ve yulaf gibi tahıllarda bulunan bir protein olan gluteni tolere edemezler. Çölyak hastalığında en etkili tedavi yolu ömür boyu glutensiz diyete bağlı kalmaktır. Pirinç gluten içermeyen ürünlerde güvenle kullanılabilir. Tarhana Türklere ait en eski geleneksel fermente hububat-yoğurt karışımıdır. İlk kez bu çalışmada, pirinç ununa %20, %40 oranında mercimek, bezelye veya nohut unları katılarak hazırlanan glutensiz tarhana örneklerinin bazı kalite ve besinsel özellikleri incelenmiştir. ELİSA yöntemi ile örneklerin “glutensiz” sınıfına girdiği belirlenmiştir. Pirinç, mercimek, bezelye ve nohut unlarının L\*, a\*, b\* renk değerlerinin farklı olması tarhana örneklerinin renk değerlerini de etkilemiştir. Çalışmada glutensiz tarhana örneklerinin tiamin ve riboflavin içerikleri HPLC metotları ile analiz edilmiştir. Validasyon çalışmalarına yer verilmiştir. RVA kullanılarak tarhana örneklerinin çirşlenme özelliklerindeki değişim saptanmıştır. Pirinç tarhanasına baklagil unları ilavesi nişasta çirşlenme değerlerinde önemli ölçüde azalmaya sebep olmuştur. Tarhana örneklerinin protein, tiamin, riboflavin, besinsel lif, antioksidan aktivitesi ve toplam fenolik madde miktarlarının mercimek, bezelye veya nohut unlarının ilavesiyle arttığı saptanmıştır. Duyusal analiz sonucunda pirinç tarhanası ve baklagil unu katkılı tarhana örneklerinin kabul edilebilir nitelikte olduğu ve genel olarak %40 oranında baklagil unu katkılı tarhanaların daha çok beğenildiği gözlenmiştir. Özellikle %40 mercimek unu katkılı tarhana örneğinin en beğenilen çorba olduğu belirlenmiştir. Tahıl bazlı gıdalarda seçimi sınırlı olan çölyak hastaları için baklagil unu ilave edilmiş pirinç tarhanası örnekleri umut verici gıda ürünleri olarak görünmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Çölyak, tarhana, pirinç, baklagil, B vitaminleri, besinsel lif, antioksidan kapasitesi, toplam fenolik madde, RVA.

Danışman: Prof. Dr. Süeda Çelik, Hacettepe Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Gıda Bilimleri Anabilim Dalı.

# RICE TARHANA ENRICHED WITH LEGUME FLOURS FOR CELIAC PATIENTS

FATMA HANDE ÖZMEN

## ABSTRACT

Celiac disease is an autoimmune disease that affects the small intestine. People with celiac disease cannot tolerate gluten found in grains such as wheat, barley, rye and oats. Treatment for celiac disease requires lifetime strict adherence to a gluten-free diet. Rice is safe to use in gluten free products. Tarhana is one of the oldest traditional Turkish fermented cereal-yoghurt mixture. In this study for the first time, gluten-free tarhana samples, prepared with addition of 20% and 40% of lentil, green pea or chickpea flours to rice flour, were evaluated in terms of some quality and nutritional properties. Samples were identified as “gluten-free” by ELISA method. Rice, lentil, green pea and chickpea flours had different L\*, a\*, b\* color values so this effected the tarhana samples’ color values. In the study gluten-free tarhana samples’ tiamin and riboflavin content were analyzed with HPLC methods. Validation procedures were performed. The changes of pasting properties of tarhana samples were determined by using RVA. Starch pasting values significantly decreased by addition of legume flours to rice tarhana. Protein, tiamin, riboflavin, dietary fiber, antioxidant activity and total phenolic contents of tarhana samples were increased by addition of legume flours. The overall sensory analysis results indicated that utilization of legume flours in rice tarhana formulation resulted in acceptable soup properties in terms of most of the sensory properties. In general, better results were obtained from samples of 40% legume flour supplemented tarhana. Especially with 40% lentil flour supplemented rice tarhana sample yielded the best results. Legume flour supplemented rice tarhana samples seems to be promising food products for the celiac patients who have limited choice of cereal based foods.

**Keywords:** Celiac disease, tarhana, rice, legume, B vitamins, dietary fibre, antioxidant capacity, total phenolic content, RVA.

Advisor: Prof. Dr. Seda elik, Hacettepe University, Food Engineering Department, Food Sciences Division.

## TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın belirlenmesi, planlanması ve yürütülmesinde yakın ilgi ve desteğini esirgemeyen, bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım değerli hocam Sayın Prof. Dr. Süeda Çelik' e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Değerli öneri ve katkılarıyla yanımda olan Sayın Prof. Dr. Hamit Köksel' e çok teşekkür ederim.

Deneysel çalışmalarımıdaki değerli katkılarından dolayı Uzman Yelda Zencir, Uzman Selin Heybeli'ye, Arş. Grv. Dilay Kütük'e, Gözde Hotsa ve Nilgün Gökbayrak'a

Desteklerinden dolayı Doğalsan firmasına,

Mercimek ve nohut unlarımın temin edildiği Merk Gıda San. ve Tic. Ltd. Şti.'ne,

Duyusal değerlendirmeyi yapan arkadaşlarıma,

Bugüne kadar her zaman yanımda olan, yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen, beni ben yapan; babam M. Kamil ATEŞ, annem Gülay ATEŞ ve kardeşim Koray ATEŞ'e,

Hayatı paylaştığım, her zaman yanımda hissettiğim, sevgili ve biricik eşim Miraç ÖZMEN'e,

en içten duygularıyla teşekkür ederim.

F.Hande ÖZMEN

# İÇİNDEKİLER DİZİNİ

## Sayfa No

ÖZ .....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ .....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	ix
<b>1.GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>2. GENEL BİLGİLER .....</b>	<b>8</b>
2.1. Çölyak Hastalığı.....	8
2.2. Geleneksel Ürünümüz: Tarhana .....	11
2.3. Baklagiller .....	15
2.4. Besinsel Lif .....	16
2.5. Antioksidanlar .....	18
2.6. Fenolik Madde .....	20
2.7. Vitaminler .....	21
<b>3. MATERYAL ve METOT .....</b>	<b>28</b>
3.1. Materyal .....	28
3.2. Kimyasallar ve Diğer Yardımcı Maddeler .....	28
3.3. Ekipmanlar .....	28
3.4. Metotlar .....	29
3.4.1. Un Örneklerinde Yapılan Analizler .....	29
3.4.1.1. Rutubet Miktarı Tayini .....	29
3.4.1.2. Kül Miktarı Tayini .....	29
3.4.1.3. Protein Miktarı Tayini .....	30
3.4.1.4. Renk Analizi.....	30
3.4.1.5. Mikroviskoanalizör (RVA <sup>TM</sup> ) ile Un Örneklerinin Çirrişlenme Özelliklerinin Tayini .....	30
3.4.1.6. İmmünolojik Yöntemle (ELISA) Unların Gluten Miktarının Belirlenmesi.....	32
3.4.2. Yoğurt Örneğinde Yapılan Analizler .....	33
3.4.2.1. Titre Edilebilir Asitlik Tayini .....	33

3.4.2.2. Protein Miktarı Tayini .....	33
3.4.3. Tarhana Formülasyonu ve Üretimi .....	33
3.4.4. Tarhana Örneklerinde Yapılan Kimyasal Analizler .....	34
3.4.4.1. Asitlik Derecesi Tayini.....	34
3.4.4.2. Rutubet Miktarı Tayini .....	34
3.4.4.3. Kül Miktarı Tayini .....	34
3.4.4.4. Protein Miktarı Tayini .....	34
3.4.4.5. pH Tayini .....	35
3.4.5. Mikroviskoanalizör (RVA™) ile Tarhana Örneklerinin Çirışlenme Özelliklerinin Tayini .....	35
3.4.6 Renk Analizi .....	35
3.4.7. İmmünolojik Yöntemle (ELISA) Tarhana Örneklerinin Gluten Miktarının Belirlenmesi.....	35
3.4.8. Tarhana Çorbalarının Duyusal Özelliklerinin Tayini .....	35
3.4.9. B Vitaminlerinin Analizleri.....	36
3.4.9.1.Tiamin (Vitamin B <sub>1</sub> ) ve Riboflavin (Vitamin B <sub>2</sub> ) Tayini.....	36
3.4.9.2. Validasyon Çalışmaları .....	38
Cihazın Tekrarlanabilirliği .....	38
Yöntemin Tekrarlanabilirliği .....	39
Geri Kazanım (Recovery) .....	39
Doğrusallık (Linearity).....	39
Doğruluk (Accuracy) .....	40
Gözlenebilme Sınırı / Tayin Sınırı .....	40
3.4.10. Toplam Besinsel Lif Miktarı .....	41
3.4.11. Toplam Fenolik Madde Miktarı .....	41
3.4.12. Troloks Eşdeğer Antioksidan Kapasite.....	42
3.4.13. İstatistiksel Analiz .....	43
<b>4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA .....</b>	<b>44</b>
4.1. Glutensiz Tarhana Örneklerinin Bileşimleri .....	44
4.2. Un Örneklerinin Kimyasal Özellikleri .....	44
4.3. Un Örneklerinin Renk Özellikleri .....	45
4.4. Un Örneklerinin Mikroviskoanalizör (RVA™) ile Belirlenen Çirışlenme Özellikleri .....	46
4.5. Un Örneklerinin İmmünolojik Yöntemle (ELISA) Belirlenen Gluten Değerleri .....	47
4.6. Yoğurt Örneğinin Kimyasal Özellikleri.....	48

4.7. Tarhana Örneklerinin Fermentasyon Süresince Asitlik Değerleri.....	49
4.8. Tarhana Örneklerinin Kimyasal Özellikleri .....	50
4.8.1. Rutubet Miktarı .....	50
4.8.2. Kül Miktarı .....	51
4.8.3. Protein Miktarı .....	52
4.8.4. Asitlik Derecesi.....	53
4.8.5. pH.....	55
4.9. Tarhana Örneklerinin Mikroviskoanalizör (RVA™) ile Belirlenen Çirleşme Özellikleri .....	55
4.10. Tarhana Örneklerinin Renk Özellikleri .....	59
4.11. Tarhana Örneklerinin İmmünolojik Yöntemle (ELISA) Belirlenen Gluten Değerleri .....	60
4.12. Tarhana Örneklerinin Duyusal Özellikleri.....	61
4.13. B Vitaminlerinin Analizleri .....	65
4.13.1. Tiamin (Vitamin B <sub>1</sub> ) ve Riboflavin (Vitamin B <sub>2</sub> ) Tayini .....	65
4.13. 2. Validasyon Sonuçlarının İncelenmesi.....	68
4.13.2.1. Tiamin Analizinin Validasyon Sonuçları .....	68
4.13.2.2. Riboflavin Analizinin Validasyon Sonuçları .....	69
4.14. Toplam Besinsel Lif Miktarı .....	71
4.15. Toplam Fenolik Madde Miktarı.....	72
4.16. Troloks Eşdeğer Antioksidan Kapasite .....	74
<b>5.SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>77</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>81</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>93</b>



## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
<b>Şekil 2.1.</b> Tiaminin farklı formlarının moleküler yapısı (Ball, 2006) .....	22
<b>Şekil 2.2.</b> Riboflavin, FMN ve FAD formlarının moleküler yapısı (Ball, 2006) .....	23
<b>Şekil 3.1.</b> Tipik RVA grafiği ve kullanılan parametreler .....	31
<b>Şekil 3.2.</b> Tiamin ve riboflavinin AACC Metodu No. 86-80 ve 86-70 (AACC,2000)'e göre tarhanadan ekstraksiyonu (Bilgi Boyacı, 2008). .....	37
<b>Şekil 3.3.</b> Tiokrom oluşturma metodu (Bilgi Boyacı, 2008). .....	38
<b>Şekil 4.1.</b> Pirinç unu ve baklagil unlarının RVA grafiği .....	46
<b>Şekil 4.2.</b> Gliadin standardına ait kalibrasyon eğrisi.....	48
<b>Şekil 4.3.</b> Pirinç tarhanası, %20 ve %40 mercimek unu katkılı tarhana örneklerinin RVA grafiği .....	56
<b>Şekil 4.4.</b> Tiamin kromotogramı .....	65
<b>Şekil 4.5.</b> Riboflavin kromotogramı .....	66
<b>Şekil 4.6.</b> 0.2-1 ppm ve 0.02-0.1 ppm aralığındaki tiaminin kalibrasyon eğrileri... ..	69
<b>Şekil 4.7.</b> 0.2-1 ppm ve 0.02-0.1 ppm aralığındaki riboflavinin kalibrasyon eğrileri .....	71
<b>Şekil 4.8.</b> Absorbans- Konsantrasyon(ppm) standart kalibrasyon grafiği .....	75
<b>Şekil 4.9.</b> Trolox Standart grafiği.....	75

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
<b>Çizelge 3.1.</b> Standart 2 profilinde sıcaklık-hız değişimi.....	31
<b>Çizelge 3.2.</b> Araştırmada kullanılan pirinç tarhana formülasyonu .....	33
<b>Çizelge 3.3.</b> Sertifikalı referans materyalleri; BCR®421 Tam Buğday Unu ve BCR®121 Süt Tozu B vitamini içerikleri .....	40
<b>Çizelge 4.1.</b> Un örneklerinin kimyasal özellikleri .....	44
<b>Çizelge 4.2.</b> Un örneklerine ait renk değerleri .....	45
<b>Çizelge 4.3.</b> Un örneklerinin viskozite özellikleri .....	46
<b>Çizelge 4.4.</b> Un örneklerinin gluten miktarları .....	47
<b>Çizelge 4.5.</b> Yoğurt örneğinin kimyasal özellikleri .....	48
<b>Çizelge 4.6.</b> Pirinç unu ve farklı baklagil unu katkılı tarhana örneklerinin asitlik değerlerinde fermentasyon süresince meydana gelen değişimler .....	50
<b>Çizelge 4.7.</b> Pirinç unu ve farklı baklagil unu kullanarak üretilen tarhana örneklerinin rutubet değerleri.....	51
<b>Çizelge 4.8.</b> Pirinç unu ve farklı baklagil unları kullanarak üretilen tarhana örneklerinin kül, protein, titrasyon asitliği ve pH değerleri.....	53
<b>Çizelge 4.9.</b> Pirinç unu ve farklı baklagil unları kullanılarak üretilen tarhana örneklerinin çirilenme özellikleri .....	57
<b>Çizelge 4.10.</b> Pirinç unu ve farklı baklagil unları kullanılarak üretilen tarhana örneklerinin renk özellikleri .....	59
<b>Çizelge 4.11.</b> Tarhana örneklerinin gluten değerleri .....	61
<b>Çizelge 4.12.</b> Tarhana örneklerinin duyu analizi sonuçları .....	64
<b>Çizelge 4.13.</b> Un örneklerinin tiamin (vitamin B <sub>1</sub> ) ve riboflavin (vitamin B <sub>2</sub> ) değerleri .....	65
<b>Çizelge 4.14.</b> Tarhana örneklerinin tiamin (Vitamin B <sub>1</sub> ) ve riboflavin (vitamin B <sub>2</sub> ) değerleri .....	67
<b>Çizelge 4.15.</b> Tiamin analizi validasyon sonuçları.....	68
<b>Çizelge 4.16.</b> Riboflavin analizi validasyon sonuçları.....	70
<b>Çizelge 4.17.</b> Baklagil unlarının besinsel lif, toplam fenolik madde ve trolks eşdeğer antioksidan kapasite değerleri .....	73
<b>Çizelge 4.18.</b> Tarhana örneklerinin besinsel lif, toplam fenolik madde ve trolks eşdeğer antioksidan kapasite değerleri .....	73

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AACC	American Association of Cereal Chemists
Accuracy	Doğruluk
ANOVA	Analysis of Variance
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
BCR®	Community Bureau of Reference, Belgium
CV	Coefficient of Variation
DPT	Devlet Planlama Teskilatı
ELISA	Enzyme-linked immunosorbent assay
FAD	Flavin adenin dinükleotid
FAO	Food and Agriculture Organization
FDA	Food and Drug Administration
FMN	Flavin mononükleotid
HPLC	High Performance Liquid Chromatography
ICC	International Association for Cereal Science and Technology
ICN	International Conference on Nutrition
Linearity	Doğrusallık
LOD	Gözlenebilme sınırı (Limit of Dedection)
LOQ	Tayin Sınırı (Limit of Quantification)
NAD	Nikotinamid adenin dinükleotid
NADP	Nikotinamid adenin dinükleotid fosfat
Recovery	Geri Kazanım
Repeatability	Tekrarlanabilirlik
R <sup>2</sup>	Belirtme katsayısı (Coefficient of Determination)
RVA	Rapid Visco Analyser
TGK	Türk Gıda Kodeksi
WHO	World Health Organization

## 1.GİRİŞ

Çölyak hastalığı (Gluten duyarlı enteropati) genetik olarak yatkın bireylerde glutene karşı hassasiyet yüzünden oluşan ve ömür boyu süren bir bağırsak emilim düzensizliğidir. Çölyak hastaları tahıllarda bulunan gluten ve gluten benzeri proteinleri tolere edememektedir. Glutenin alkolde çözünebilen prolamin fraksiyonu hastalığa neden olmaktadır. Prolaminde bulunan özel aminoasit dizilimleri içeren peptid zincirlerine karşı gösterilen tepki ile karakterize edilmektedir. Bu peptid zincirleri buğdayda gliadin, çavdarda secalin, arpada hordein ve yulafta aveninde bulunmaktadır. Bu nedenle hastalar buğday, arpa, çavdar ve yulaf içeren gıdaları tüketememektedirler (Lee and Newman, 2003; Thompson, 2003; Hamer, 2005; Yalçın, 2005; Yalçın et al., 2008; Sabanis et al., 2009, Alvarez-Jubete et al., 2009). Çölyaklı bireylerde gluten tüketilmesi durumunda inflamatuvar tepki oluşmakta, ince bağırsaktaki villi yapısı zarar görmekte ve bu durum besinlerin malabsorbsiyonuna neden olmaktadır. Dolayısıyla, vücuttaki tüm sistemler olumsuz yönde etkilenmektedir (Fasano and Catassi, 2001; Thompson et al., 2005 ). Çölyak hastaları için en etkili ve tek tedavi yöntemi ömür boyu gluten içeren gıdalardan uzak durmaktır. Doğru beslenme sonucunda bu problemler ortadan kalkmakta ancak glutenli besinlerin tekrar tüketimiyle aynı sorunlar yeniden ortaya çıkmaktadır (Lee and Newman, 2003; Butterworth et al., 2004; Gallagher et al., 2004; Alvarez-Jubete et al., 2009; İşleroğlu ve ark., 2009). Günümüzde çölyak hastaları için "glutensiz gıdalar" olarak adlandırılan özel diyet amaçlı gıdalar üretilmektedir. Bunlar doğal olarak gluten içermeyen pirinç, mısır, soya, millet ve sorgum gibi tahıllar ve amarant, karabuğday gibi tahıl benzerleri kullanılarak hazırlanan ekmek, bisküvi makarna v.b. tahıl ürünlerini içermektedir.

FAO (Food and Agriculture Organization) ve WHO (World Health Organization) tarafından kabul edilen ve gluten içermeyen gıdalar için geliştirilen Kodeks Standardı'na göre glutensiz gıdalar buğday prolamini ile çavdar, arpa, yulaf veya bunların melez varyetelerini içermeyen ingrediyeentlerde 20 ppm'in altında; buğday, arpa, yulaf, çavdar ve bunların melezlerini içeren ve glutensiz hale getirilmiş ingrediyeentlerde ise 200 ppm'in altında olmalıdır. Glutensiz ingrediyeentler ile glutensiz hale getirilmiş ingrediyeentler içeren karışımların gluten miktarı 200 ppm'i

aşmaması gerektiği ifade edilmektedir (Gallagher et al., 2004). Ülkemizde glutensiz ürünler ile ilgili yasal düzenlemeler 2003 yılında düzenlenen Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği (TGKY) Glutensiz ürünler tebliği (Tebliğ no: 2003/33) ile belirlenmiştir. Bu tebliğe göre 'gluteni azaltılmış gıda maddeleri' nde gluten miktarı kuru madde üzerinden 200 ppm' i geçmemelidir. Gluten içermeyen bileşenlerden oluşan 'glutensiz gıda maddeleri' nde gluten miktarı kuru madde üzerinden 20 ppm'i geçmemelidir.

Çölyak hastalığı yaşam boyu süren ve yaygın olarak karşılaşılan bir hastalıktır (Yalçın and Başman, 2008). Çölyak hastalarının sayısının dünya çapındaki genel nüfusunun % 1' i civarında olduğu tahmin edilmektedir (İşleroğlu ve ark., 2009). Gün geçtikçe çölyak hastalarının sayısı artmaktadır. Gluten içermeyen gıdalara bağlı olmak bu hastalar için oldukça zordur. Çölyak hastaları için sayıları sınırlı olan ürünler bu durumu daha da zorlaştırmaktadır. Bu nedenle bu hastalar için hem gluten içermeyen yeni ürün formülasyonlarının hem de yeni üretim teknolojilerinin geliştirilmesi gerekmektedir.

Bitkisel ve hayvansal kaynaklı çok sayıda fermente ürün raf ömrü, besinsel özellikleri ve güvenilirliği açısından dünyanın çeşitli ülkelerinde üretilmekte ve beslenmede önemli bir yer tutmaktadır (Wang and Hesseltine, 1981; Çelik, 1988; Salama et al., 1992). Fermente ürünlerin hazırlanmasında kullanılan hammaddelerin çeşitliliği ve bunların farklı hazırlama yöntemleri, fermente gıdanın besinsel, duyuşsal ve fiziksel özelliklerinde büyük farklılıklara neden olmaktadır (Çelik, 1988). Ülkemizde bu fermente gıdalardan biri olan tarhana ve çeşitli ülkelerde farklı adlarla anılan tarhana benzeri gıdalar üretilmekte ve günümüzde bu ürünlerin duyuşsal ve besleyici özelliklerinin geliştirilmesi, daha sağlıklı ve güvenilir ürünler ortaya çıkarılmasının sağlanması ve endüstriyel boyutta üretimi gibi çeşitli alanlarda çalışmalar sürdürülmektedir.

Tarhana buğday unu, kırmacı, irmiği veya bunların karışımı ile yoğurt veya ekşi süt, çeşitli sebzeler, dere otu, nane ve çörtük gibi aroma verici sağlığa zararsız bitkisel maddelerin karışımından yararlanılarak hazırlanmakta ve elde edilen karışım 1-7 gün arasında fermente edilmekte, daha sonra kurutulup, öğütülmesi ve elenmesiyle üretim tamamlanmaktadır. Bazı tarhana çeşitlerinin üretiminde

bileşime maya da eklenebilmektedir (Siyamoğlu, 1961; Anonymous, 1981; Yücecan ve ark., 1988; Chavan and Cadam, 1989; Temiz ve Pirkul, 1990).

Tarhana, temelde laktik asit fermentasyonundan yararlanılarak üretilmektedir. Tarhana üretiminde maya kullanılması durumunda etil alkol fermentasyonu da söz konusu olmaktadır. Laktik asit fermentasyonu hamura ilave edilen bitkiler ve yoğurt florasındaki laktik asit bakterileri (*Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* ve *Lactobacillus delbruckii subsp. bulgaricus*) tarafından gerçekleştirilmektedir. Laktik asit bakterileri ve mayalar, fermentasyon süresince başta laktik asit olmak üzere çeşitli organik asitler, etil alkol ve CO<sub>2</sub> üreterek tarhanaya karakteristik tat, koku ve aroma vermektedir (Özbilgin, 1983; Temiz ve Pirkul, 1990; İbanoğlu et al., 1999, Çopur ve ark., 2001, Erkan et al., 2006). Fermentasyon sonucunda hamurda oluşan organik asitler pH'yı düşürerek ürünün raf ömrünü uzatmaktadır. Kurutma ile tarhananın nem içeriği % 6-9'a düşmektedir. Düşük pH ve nem içeriğiyle tarhana, patojen ve bozulmaya neden olan mikroorganizmaların üremesini belli ölçülerde engelleyebilmektedir. (Wang and Hesseltine, 1981; Özbilgin, 1983; Steinkraus, 1983; Hafez and Hamada, 1984; Damir et al., 1992; Erkan, 2004). Bunların yanı sıra, fermentasyon esnasında bazı mikroorganizmaların çeşitli vitamin ve üreme faktörlerini sentezleyerek, ürünün beslenme değerine olumlu katkıda bulunabildiği bildirilmektedir (Özbilgin, 1983).

Tarhana ile ilgili araştırmaların genellikle tarhananın kimyasal, mikrobiyolojik ve besinsel özelliklerinin belirlenmesi ya da tarhananın besinsel değerinin artırılması amacıyla yapılmış olduğu görülmektedir (Siyamoğlu, 1961; Özbilgin, 1983; Pirkul, 1988; Yücecan ve ark., 1988; Temiz ve Pirkul, 1990; Temiz ve Pirkul, 1991; Temiz ve Yilmazer, 1998; Öner et al., 1993; İbanoğlu et al., 1995a; Türker ve Elgün, 1995; Koca ve Tarakçı, 1997; İbanoğlu et al., 1999; Yaşacan, 2002; Göçmen ve ark., 2003). Buğday unu ile birlikte mısır, nohut, mercimek, soya gibi farklı tahıl ve baklagil unları kullanılarak üretilen tarhanalarla ilgili çalışmalar da bulunmaktadır. Tarhana bileşiminde soya unu (Öner et al., 1993), mercimek ve nohut (Özbilgin 1983; Türker ve Elgün 1995), mısır unu ve peynir altı suyu (Koca ve Tarakçı, 1997), ruşeym ve kepek (Bilgiçli and İbanoğlu., 2007), buğday unu ve bulgur (Toufeili et al., 1999), karabuğday (Bilgiçli, 2009), arpa (Erkan et al., 2006), mısır, çavdar ve soya unu (Köse and Çağındı, 2002), soya sütü (Koç ve ark., 2002)

kullanımının ürünün çeşitli özelliklerine etkileri araştırılmıştır. Çölyak hastaları için glutensiz pirinç tarhanası ilk kez Yalçın et al. (2008) tarafından geliştirilmiştir. Bununla beraber, çölyak hastaları için pirinç unu kullanılarak yapılan tarhanaların farklı oranlarda nohut, mercimek, bezelye gibi baklagillerle zenginleştirilerek kalite ve duyu özelliklerinin yanında vitamin ve antioksidan analizlerinin yapıldığı çalışmalara rastlanılmamıştır.

Yemeklik tane baklagiller dünyada pek çok ülkede yüksek protein içerikleri nedeniyle besinsel proteinlerin önemli kaynağını oluşturmaktadır. Baklagil proteinlerinin lizin içerikleri yüksek, kükürt kapsayan temel aminoasit içerikleri ise düşüktür. Baklagiller yüksek protein içerikleri yanısıra, karbonhidrat, yağ, besinsel lif, B-grup vitaminleri (tiyamin, riboflavin, niyasin) ve mineraller açısından insan beslenmesinde önemli bir yer tutmaktadır. Dünyada en çok tüketilen baklagiller soya, fasulye, bezelye, nohut ve mercimektir. Diyabet, kardiyovasküler hastalıklar, kolon kanseri gibi hastalıkların önlenmesi, kan kolesterol seviyesini düşürülebilmesi amacıyla baklagil tüketiminin yararlı olduğu belirtilmektedir. Gelişmiş ülkelerde, baklagiller gıda sanayinde geliştirilen çeşitli formülasyonlarda giderek artan bir kullanıma sahiptir (Tharanathan and Mahadevamma 2003; Prodanov et al., 2004; Duranti, 2006).

Besinsel lif insanların ince bağırsağında sindirime ve emilime dirençli olan ve kalın bağırsakta tam ya da kısmi fermentasyona uğrayan yenilebilir bitki kısımlarıdır (AACC, 2001). Besinsel lif terimi esas olarak bitkilerde hücre duvarı materyali olarak bulunan sindirilemeyen polisakkaritler (örneğin, selüloz, hemiselülozlar, oligosakkaritler, pektinler, gamlar), mumlar ve ligninin kompleks karışımı olarak kabul edilmektedir (Sabanis et al., 2009). Günümüzde besinsel liflerin insan sağlığı üzerindeki muhtemel yararları arasında divertiküloz, kabızlık, hemoroid ve şişmanlığı önlemesi, kolon kanseri ve kalp damar hastalıkları riskini azaltması sayılmaktadır. Besinsel liflerin yararlı fizyolojik etkileri arasında kan kolesterol seviyesini ve/veya kan glukoz seviyesini düşürmesi de bulunmaktadır (AACC,2001; Sabanis et al., 2009; Tosh and Yada, 2009). Glutensiz ürünlerde buğday ununun yerini genellikle ticari nişastalar aldığı için besinsel lif içeriği düşüktür. Tipik bir çölyak hastası diyeti önerilen 25-35 g/gün besinsel lif alımını

garanti etmediği için glutensiz ürünlerin besinsel lifler ile zenginleştirilmesi gerekmektedir (Sabanis et al., 2009).

Baklagillerin antioksidan aktiviteleri ve kapsadıkları fenolik bileşikler ile ilgili çeşitli çalışmalar bulunmaktadır (Amarowicz, et al., 2003; Xu et al., 2007). Son zamanlarda, antioksidan bakımından zengin ürünlerin dejeneratif hastalıkların önlenmesinde bir araç olarak kabul edilen rolü ve diğer potansiyel pozitif sağlık yararları nedeniyle toplam antioksidan kapasitesinin belirlenmesi giderek artan bir ilgi görmektedir (Serpen et al., 2008).

Gıda bileşeni olarak fenolik bileşikler, insan sağlığı açısından işlevleri, tat ve koku oluşumundaki etkileri, renk oluşumu ve değişimine katılmaları, antimikrobiyal ve antioksidatif etki göstermeleri, fenoloksidaz etkisiyle enzimatik renk esmerleşmelerine neden olmaları, çeşitli gıdalarda saflık kontrol kriteri olmaları gibi pek çok açıdan önem taşımaktadırlar (Acar ve Gökmen, 2005). Toplam fenolik madde miktarı antioksidan aktiviteyle direkt ilişkili olduğu için fenolik içeriği yüksek olan gıdaların antioksidan etkisi de yüksek olmaktadır. Baklagillerde de tanenler, izoflavonoidler, flavonoidler gibi fenolik bileşikler bulunmaktadır (Pekşen ve ark., 2004).

Bireylerin sağlıklı bir yaşam sürdürebilmeleri için besin öğelerinin düzenli olarak alınması gerekmektedir. Yetersiz ve dengesiz beslenme bireylerin ve dolayısı ile genel olarak toplumun sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Mikro besin öğeleri olarak tanımlanan vitamin ve minerallerin yetersiz alımı dünyada hem gelişmekte olan hem de endüstrileşmiş ülkelerde toplum sağlığı ve ekonomisi açısından önemli problemlere neden olmaktadır (Fletcher et al., 2004). Besin öğesi yetersizliklerinden en çok etkilenen grupların bebekler, büyüme çağındaki çocuklar, gebe ve emzikli kadınlar olduğu belirtilmektedir (DPT, 2003). Mikro besin öğelerinin yetersiz alımı, özellikle çocuklar, kadınlar ve yaşlılarda anemi, nöral tüp defekti, körlük ve guatr gibi çeşitli sağlık sorunlarına ve değişik yaş gruplarındaki çocukların ve doğum sırasında kadınların ölümüne neden olmaktadır. Bireylerin öğrenme yeteneğinde azalma, zihinsel gerilik, enfeksiyon hastalık riskinde artış, düşük çalışma kapasitesi gibi sorunlara yol açmaktadır. Dünyada her dört kişiden birisi mikrobesein elementi yetersizliği ile karşı karşıyadır.



Mikrobesin elementi eksikliklerinin önlenmesi amacıyla un, ekmek ve hububat ürünlerini zenginleştirme çalışmaları sürdürülmektedir (Bilgi Boyacı, 2008). Fakat çölyaklı bireyler iyi bir tiamin, riboflavin, niasin, folik asit ve besinsel lif kaynağı olan bu zenginleştirilmiş hububat ürünlerini tüketememektedirler. Glutensiz ürünler ise genellikle zenginleştirilmediklerinden ve rafine edilmiş un ve/veya nişastadan üretildiklerinden, protein içerikleri, bazı B grubu vitaminleri, mineraller ve besinsel lif içeriği açısından gluten içeren diğer gıdalara oranla daha fakirdirler (Türksoy ve Özkaya, 2006). Bu nedenle çölyaklı bireylerin beslenme ihtiyaçlarının karşılanması amacıyla glutensiz ürün çeşitliliğinin artırılması gerekmektedir. Türkiye’de sadece glutensiz ekmek ve bisküvi üretimi gerçekleştirilmektedir. Ülkemizde satışa sunulan diğer glutensiz ürünler ithal ürünler oldukları için oldukça pahalı satılmaktadır.

Hububat ve hububat ürünleri düşük miktarda mikro besin ögesi içermekte ve bunların bir bölümü gıdaların işlenmesi sırasında kayba uğramaktadır (Cheng and Hardy, 2003). Baklagiller ise hububat ürünlerine göre mikro bileşenler açısından daha zengindirler (Campos-Vega et al., 2009). Bu ürünlerde bulunan suda çözünen vitaminlerin ölçümleri ile ilgili çalışmalarda sürdürülmektedir. Gıdalarda yapılan vitamin analizlerinde bunların diğer bileşenler ile girişim yapması ve vitaminlerin bazı gıdalarda düşük miktarda bulunmasından dolayı ölçümünde zorluklarla karşılaşılmaktadır (Skurray, 1981). Gıdalardaki vitamin miktarlarının tespiti için hızlı, hassas ve kolay uygulanabilir metotların geliştirilmesinin ve geliştirilen metotların validasyonunun rutin uygulama için oldukça büyük bir rahatlık getireceği belirtilmektedir (Bilgi Boyacı, 2008).

B grubu vitaminlerin analizinde mikrobiyolojik ve florometrik standart metotlar mevcuttur (AOAC ve ICC). Fakat günümüzde sıvı kromatografisi metotlarının hızı, duyarlılığı ve seçiciliği oldukça başarılı tekrar edilebilirliği bunların modern gıda analiz laboratuvarlarında kullanımları için bir tercih nedeni olmaktadır. Bununla beraber, bu metotlarda kromatografik ayırım ve kalibrasyon proseslerini de içine alacak şekilde metotların standardizasyonu gereklidir ve çeşitli gıdaları kapsayan daha yeni karşılaştırmalı verilere ihtiyaç duyulmaktadır (Eitenmiller and Landen, 1999; Ollilainen et al., 2001).

Duyusal değerlendirme son ürün kalitesinin tayin edilmesinde kullanılan parametrelerdendir. Duyusal özelliklerden renk, tat ve tekstür gibi özellikler tüketicici tercihini önemli ölçüde etkilemektedir. Gıdanın duyusal özellikleri üzerine bileşenler, hazırlama yöntemi, proses ve depolama koşulları etkili olmaktadır (Pomeranz, 1991). Gıdanın fonksiyonel ve duyusal özellikleri ile ilgili bilgiler proses dizaynı ve değerlendirilmesi, kalite kontrol ve tüketicici tercihi açısından önem taşımaktadır (Hoseney and Rogers, 1990).

Bu çalışmada bildiğimiz kadarı ile ilk kez, lyaklı bireyler için tarhana üretiminde pirinç ununa %20 ve %40 oranlarında bezelye, nohut veya mercimek unları ilave edilerek zenginleştirilmiş yeni glutensiz ürün formülasyonları hazırlanmıştır. Farklı baklagil unu katkılı pirinç tarhanası örneklerinin kimyasal ve duyusal özellikleri belirlenmiştir. Tarhana örneklerinde çirişlenme (pasting) zellikleri, son yıllarda araştırmalarda yoğun olarak kullanılan mikroviskoanalizör (Rapid Visco Analyser: RVA) ile saptanmıştır. Tarhana rneklerinin bazı besinsel özelliklerini belirlemek amacıyla HPLC (high-performance liquid chromatography) metotları kullanılarak tiamin ve riboflavin analizleri yapılmış ve validasyon çalışmaları ile cihaz, metot ve sistem performansı incelenmiştir. Bunun yanı sıra fenolik madde içerikleri, antioksidan aktiviteleri ve besinsel lif oranları da saptanmıştır.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Çölyak Hastalığı

Çölyak hastalığı, glutene karşı hassasiyet yüzünden oluşan bir bağırsak emilim düzensizliğidir. Çölyak hastalığı veya gluten intoleransına; buğday, arpa, çavdar, tritikale ve yulafta bulunan prolaminlerin emilimi neden olmaktadır (Denery-Papini et al., 1999; Thompson, 2003). İlk olarak 1888 yılında Samuel Gee tarafından tanımlanmış, 1950 yılında Dicke hastalığın patogeneğinde buğday ve çavdarda bulunan gluten isimli proteinin rolü olduğunu göstermiştir. Günümüzde geniş alana yayılmış ve en sık rastlanan genetik hastalık olarak kabul edilmektedir. Belirtilerin çeşitli olması tanı konulmasını zorlaştırmaktadır. Teşhisin gecikmesi halinde ölüme kadar varabilen geniş bir klinik yelpaze ile karşılaşılabilir. Çölyak hastalığında genetik, çevresel ve immünolojik faktörler rol oynamaktadır. Hastalık ailesel özellik taşımakta ve sıklıkla aynı ailede birden fazla hasta görülebilmektedir (Hernell et al., 2001; Martucci et al., 2002; Aydoğdu ve Tümgör., 2005).

Yaklaşık 10.000 yıl önce gelişmeye başlayan tarımla birlikte insan beslenmesinde köklü değişiklikler meydana gelmiştir. Bu değişikliklerden birisi de hububat esaslı gıda ürünlerinin tanınması olmuştur. Günümüzde hububat ürünleri normal bir diyetle yaygın olarak yer almasına rağmen Batılı ülkelerin nüfusunun yaklaşık %1'i çölyak hastası olduğundan bazı hububat ürünlerini tolere edememektedir. (İşleroğlu ve ark., 2009). Çölyak hastalığına gluten veya gluten benzeri proteinlerde bulunan özel aminoasit dizilimleri içeren peptid zincirleri neden olmaktadır. Bu peptid zincirleri buğdayda gliadin, çavdarda secalin, arpada hordein ve yulafta aveninde bulunmaktadır (Yalçın, 2005; Yalçın et al., 2008). Bu nedenle hastalar buğday, arpa, çavdar ve yulaf içeren gıdaları tüketememektedirler. Çölyak hastalığında gluten tüketimi ince bağırsaktaki villi yapısının kaybolmasına neden olmaktadır (Denery-Papini et al., 1999; Yalçın ve Başman, 2006). Doğru beslenme sonucunda bu problemler ortadan kalmakta ancak glutenin tekrar tüketimiyle aynı sorunlar yeniden ortaya çıkmaktadır. Bu durum insanlar için çok önemli olan demir, folik asit, kalsiyum ve B<sub>12</sub> vitamini gibi bazı besin maddelerinin de alımının engellenmesi anlamına gelmektedir (Yalçın and Başman, 2008; Alvarez-Jubete et al., 2009).

Çölyak hastalığı her yaşta ortaya çıkabilir ve kronik ishal, karın bölgesinde şişlik, kilo kaybı gibi tipik malabsorbsiyon sendromu ve diğer çeşitli klinik bulgularla kendini gösterir. Küçük çocuklarda kusma, ishal, karın şişliği, iştahsızlık, kilo alamama ve boy uzamasında yavaşlama gibi tipik belirtilerle ortaya çıkabileceği gibi daha ileri yaşlarda sadece kansızlık, boy kısalığı, kemik zayıflığı ve nedeni bilinmeyen karaciğer hastalığı gibi çok değişik bulgulara rastlanmaktadır. Klinik bulguların her zaman belirgin olmaması, atipik ve sinsi ilerleyen formları hastalığın teşhisini güçleştirmektedir (İşleroğlu ve ark., 2009; Alvarez-Jubete et al., 2009).

Bazı hastalar iz miktardaki gluteni tolere edemezken, diğerleri daha büyük miktarlarda gluteni tolere edebilmektedirler (Türksoy ve Özkaya, 2006). İlerde hastalık tedavi edilmezse, kötü emilim ile ilgili olarak diyare, süt çocuğu çağında gelişim problemleri ve depresyon, yaşamın ileri aşamalarında osteoporoz ve tümör gibi komplikasyonlar meydana gelebilir (Hernell et al., 2001). Çölyak hastaları için en iyi tedavi ömür boyu gluten içeren gıdalardan uzak durmaktır. Gluten içermeyen gıdalara bağlı olmak bu hastalar için oldukça zordur. Çölyak hastaları için sayıları sınırlı olan ürünler bu durumu daha da zorlaştırmaktadır. Bu nedenle gluten içermeyen farklı gıdaların üretilmesi yararlı olacaktır.

Pirinç dünya popülasyonunun neredeyse yarısı tarafından tüketilen bir gıda maddesidir (Shen et al., 2009). Glutensiz tahıllar içerisinde pirinç yumuşak tadı, renksiz olması, sodyum seviyesinin düşük olması, kolay sindirilebilir karbonhidrat içeriği ve düşük hipoalerjik özellikleri ile ayrı bir yere sahiptir (Marco and Rosell, 2008). Pirinç içerisinde yer alan bitkisel kimyasallar ilgili kardiyovasküler hastalıklar, tip II diyabet ve bazı kanser türlerine yakalanma risklerini azalttığına dair çalışmalar bulunmaktadır (Shen et al., 2009).

FAO ve WHO tarafından kabul edilen ve gluten içermeyen gıdalar için geliştirilen Kodeks Standardı'na göre glutensiz gıdalar buğday prolamini ile çavdar, arpa, yulaf veya bunların melez varyetelerini içermeyen ingrediyeentlerde 20 ppm'in altında; buğday, arpa, yulaf, çavdar ve bunların melezlerini içeren ve glutensiz hale getirilmiş ingrediyeentlerde ise 200 ppm'in altında olmalıdır. Glutensiz ingrediyeentler ile glutensiz hale getirilmiş ingrediyeentler içeren karışımların gluten miktarı 200 ppm'i aşmaması gerektiği ifade edilmektedir (Gallagher et al., 2004).

Bu tanımlamanın yanı sıra bir gıdanın “glutensiz” olarak kabul edilebilmesi için her ülkede farklı standartlar kullanılmaktadır. Örneğin, Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada’da glutensiz diyet yalnızca hiç gluten içermeyen gıdalardan oluşmalıdır. Oysaki İngiltere’de glutensiz etiketi bulunan ürünlerin içinde buğday nişastası kullanımına izin verilmektedir (Gallagher et al., 2004). Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği (TGKY) Glutensiz ürünler tebliği (Tebliğ no: 2003/33) tebliğine göre ise ‘gluteni azaltılmış gıda maddeleri’ nde gluten miktarı kuru madde üzerinden 200 ppm’ i geçmemelidir. Gluten içermeyen bileşenlerden oluşan ‘glutensiz gıda maddeleri’ nde gluten miktarı kuru madde üzerinden 20 ppm’i geçmemelidir.

Glutensiz diyet uygulayan çölyak hastalarının uzun dönem beslenme alışkanlıkları ve gıda seçimleri incelendiğinde, kontrol grubuna göre, karbonhidrat, yağ ve protein alımının dengesiz olduğu, temel besin öğeleri alımının ise kısıtlı olduğu görülmektedir (Alvarez – Jubete et al., 2009). Mariani et al. (1998) sıkı glutensiz diyet uygulayan çölyaklı adolesanlarda protein ve lipid tüketiminin arttığını buna karşın temel besin öğesi ve besinsel lif alımının ise azaldığını göstermiştir. Hallert et al. (2002) 10 yıl süresince glutensiz diyet uygulayan çölyak hastalarının %56’sında vitamin yetersizliği sorunlarına rastlamış ve bu durumu hastaların beslenme alışkanlıklarına bağlamıştır.

Stojiljković et al. (2009) farklı formlarda hastalık gösteren 39 çölyaklı çocuk ile 19 kontrol üzerinde antioksidan enzim aktivitesi, glutation seviyesi ve lipid peroksidasyonu ölçümleri yapmışlardır. Gizli ve aktif çölyaklı bireylerde süperoksit dismutaz aktivitesinin arttığı, glutation peroksidaz ve glutation redüktaz enzimlerinin aktivitesinin ve glutation miktarının ise belirgin şekilde azaldığı gözlenmiştir. Bu çalışmada oksidatif stresin çölyak hastalığının patogenezinde önemli bir faktör olduğu ve çölyaklı bireylerde antioksidan kapasitenin belirgin şekilde azaldığı sonucuna varılmıştır. Araştırmacılar buna bağlı olarak antioksidanların çölyaklı hastalığının tedavisinde tamamlayıcı olabileceğini belirtmişlerdir.

Piyasada satışa sunulan glutensiz ürünlerin büyük çoğunluğu yurt dışından gelmektedir ve ürün çeşitliliği kısıtlıdır. Bu nedenle ürün geliştirme araştırmalarına

ihtiyaç vardır ve geliştirilebilen ürünlerin üretilebilmesi için yeni çalışmalar yapılmalıdır.

## **2.2. Geleneksel Ürünümüz: Tarhana**

Dünya’ da apayrı bir yere sahip Türk mutfağını zenginleştiren öğelerden biri de, fermentasyon teknolojisinin bu mutfakta yoğun bir şekilde kullanılmasıdır. Et, süt, meyve, sebze ve tahıl esaslı fermente ürünleriyle Dünya sofrasına pek çok yiyecek çeşidi armağan etmiş olan beslenme kültürümüz, süt-tahıl kökenli fermente bir gıda olan tarhanayı da Orta Asya’dan göçlerle İstanbul’a kadar getirmiş, Osmanlı İmparatorluğu vasıtasıyla çeşitli ülkelere yaymıştır. Tarhana için, Divan-ı Lugat-it Türk’te “yazdan kışa saklanan yoğurt” anlamında “tar” kelimesi kullanılmış, Türk sözlüklerinde ilk olarak ‘tarhanah’ şeklinde yer almıştır. Bu geleneksel fermente gıdamız, bugün Orta Doğu ülkeleri, Macaristan, Finlandiya ve Yunanistan’da çeşitli isimlerle bilinmektedir (Siyamoğlu, 1961; Özbilgin, 1983; Steinkraus, 1983; Temiz ve Pirkul, 1990). Suriye, Filistin, Ürdün, Lübnan ve Mısır’da “kishk”, Irak’ta “kushuk (veya kushik)”, Finlandiya’da “talkuna”, Macaristan’da “tahonya”, Yunanistan’da “trahanas” Türkistan’da “Göce” adlarıyla tarhana benzeri gıdalar üretilmektedir (Siyamoğlu, 1961; Hamad and Fields, 1982; Steinkraus, 1983; Hafez and Hamada, 1984; El-Gendy, 1986; Chavan and Cadam, 1989; Temiz ve Pirkul, 1990; Youssef, 1990; Jandal, 1994; Abou-Donia, 1999; Toufeili et al., 1999; Dağlıoğlu, 2000, Köse and Çağındı, 2002; Erkan, 2004).

Tarhana; buğday unu, kırması, irmik veya bunların karışımı ile yoğurt, biber, tuz, soğan, domates ve tat koku verici, sağlığa zararsız bitkisel maddelerin karıştırılıp yoğrulduktan ve fermente edildikten sonra kurutulması, öğütülmesi ve elenmesi ile elde edilen bir besin maddesidir (Anonymous, 1981). Elde edilen karışım 1-7 gün arasında fermente edilmekte, daha sonra kurutulup, öğütülmesi ve elenmesiyle üretim tamamlanmaktadır. Tarhana bileşiminde yoğurt ve un genelde 1:1 oranında kullanılmakla beraber, 1:2 veya 1:3’e kadar değişebilen oranlara da literatürde rastlanılmaktadır (Siyamoğlu, 1961; Özbilgin, 1983; Temiz ve Pirkul, 1990; Öner et al., 1993; İbanoğlu et al., 1995a; Dağlıoğlu, 2000; Maskan and İbanoğlu, 2002; Tarakçı et al., 2004; Yalçın et al., 2008). Ayrıca bileşimde yer alan yoğurt; unda

eksikliği söz konusu olan temel aminoasitler bakımından tarhanayı zenginleştirmektedir (Özbilgin, 1983; Temiz ve Pirkul, 1990).

Nane, kekik, dereotu ve tarhana bitkileri Türkiye'nin değişik bölgelerinde tarhana üretiminde tat-koku ajanları olarak kullanılmaktadır. Tarhana bitkisi (*Echinophora sibthorpiana*) Türkiye'de tarhana üretiminde baharat olarak kullanılmaktadır. Hoş bir kokusu vardır ve bazı mikroorganizmaların gelişimini teşvik etmektedir (Değirmencioğlu et al., 2005).

Tarhana Standard'ında (Anon, 1981) tarhana, üretiminde; buğday unu, kırması ve irmiğin ayrı ayrı ya da hep birlikte kullanılma durumuna bağlı olarak "Un Tarhanası", "Göce Tarhanası", "İrmik Tarhanası" ve "Karışık Tarhana" olmak üzere 4 tipte tarif edilmiştir (Koçtürk, 1964). Ülkemizde daha çok kırsal kesimde ve ev ölçeğinde üretilen tarhananın, endüstriyel boyutlu üretimi son yıllarda artış göstermeye başlamıştır. Değişik bölgelerimizde bileşimleri ve üretim teknikleri farklı bir çok tarhana çeşidi üretilmektedir (Tamer ve ark., 2004). En yaygın üretilenler "Un tarhanası" ve "Göce tarhanası"dır (Pekin, 1988). Un tarhanası; domates, biber, soğan, tuz ve aroma verici otların az su ile pişirilip ılık halde iken un ve yoğurt ile yoğrulup fermentasyona bırakılması ile hazırlanmaktadır. 1-5 günde fermentasyon tamamlanıp, şekil verilerek temiz bezler üzerinde ve güneşte kurutulduktan sonra ovulup elenerek elde edilmektedir. İstanbul tarhanası diye de tanımlanmakta olup pişirilmesi kolaydır. Göce tarhanası; Orta, Doğu, Güney Doğu Anadolu Bölgelerinde hazırlanmaktadır. Taş dibeklerde, tahta tokaçlarla kabuğu çıkarılmış ve el değirmeninde öğütülmüş buğday çiğ veya az su, tuz ile pişirilmektedir. Ilık halde yağlı veya yağsız torba yoğurdu ile karıştırılarak fermentasyona bırakılmaktadır. Daha sonra şekil verilerek çarşaf üzerinde kurutulmaktadır. Top tarhanası olarak da tanınmaktadır. Pişirilmesi uzun zaman alır (Pekin, 1988). Tokat, Sinop, Edirne, Tekirdağ gibi bazı illerde süt, un, yumurta karışımı ile hazırlanan ve "Sütlü Tarhana" denilen bir tarhana çeşidinin daha üretildiği belirtilmektedir. Tarhana hamuruna ekşi maya eklenerek de üretim yapılmaktadır (Yücecan ve ark., 1988). Ege Bölgesinin bazı illerinde ise yoğurt-tahıl karışımına ayrıca mercimek ve nohut eklenmektedir (Yücecan ve ark., 1988; Dağlıoğlu, 2000).

Tarhanada laktik asit fermentasyonu temelde hamura ilave edilen yoğurt bileşiminde yer alan *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* ve *Lactobacillus delbruckii* subsp. *bulgaricus* bakterileri tarafından gerçekleştirilmektedir. Bazı yörelerimizde tarhananın bileşimine ekmek mayası (*Saccharomyces cerevisiae*) da eklenmektedir (Siyamoğlu, 1961; Özdemir et al., 2007). Hamura ilave edilen yoğurt ve çeşitli bitkilerin florasındaki laktik asit bakterileri fermentasyon sırasında ortama hakim olarak şekerleri fermente edip laktik asit oluşturmaktadır (Temiz ve Pirkul, 1990; Temiz ve Yılmazer; 1998; İbanoğlu et al., 1999). Laktik asit bakterileri, maya ile laktik asit fermentasyonu ve etil alkol fermentasyonu birlikte gerçekleşmektedir. Böylece üründe laktik asit, etil alkol, karbondioksit ve tarhanaya özgü tat ve aroma veren diğer fermentasyon ürünlerini üretirler (Özbilgin, 1983; Temiz ve Pirkul, 1991). Laktozun laktik asit bakterileri tarafından kısmen laktik aside dönüştürülmesi nedeniyle yoğurdun, dolayısıyla tarhananın süte göre düşük düzeyde laktoz içermesi, laktoz intoleranslı hastalarda da kullanımını arttırabileceğini belirtmişlerdir (Gallagher et al., 1974). Fermentasyon sonucunda hamurda oluşan organik asitler pH' ı 3.8-4.2 civarına düşürmesi ve son ürünün nem içeriğinin %6-9 düzeyinde olması patojen ve bozucu mikroorganizmalar üzerinde engelleyici etki yaratabilmektedir (Temiz ve Pirkul, 1990; İbanoğlu et al., 1999). Nem çekme özelliği olmayan tarhana, herhangi bir bozulma belirtisi göstermeksizin 1-2 yıl süre ile saklanabilmektedir. Ayrıca kolaylıkla hazırlanabilmesi, tüketiciler tarafından rahatlıkla kullanılmasını sağlamaktadır (Tamer ve ark., 2004)

Fermente ürünler çok eski zamanlardan beri beslenmemizde yer almaktadır (Yücel ve Ötleş, 1998; Caplice and Fitzgerald, 1999). Başlangıçta tesadüfi bir şekilde doğal fermentasyonla üretilen ve bu yolla üretilen gıdaların bozulmadan daha uzun süre saklanabildiği gözlenen fermente gıdalar (Turantaş et al., 1999), günümüzde dünyada tüketilen tüm gıdaların yaklaşık 1/3' ünü oluşturmaktadır. Günümüzde çok değişik tipte fermente gıdaların tüketimine ilgi duyulmaktadır. Bunun bir nedeni tüketicilerin doğal ve sağlıklı gıdalara olan ilgisidir (Lee, 2002; Tamer ve ark., 2004).

Birçok araştırmacı tarafından yapılan çalışmalar fermentasyon işleminin tahılların besin değerini ve sindirilebilirliklerini arttırdığını ortaya koymuştur. Fermentasyon



sırasındaki hidrolitik değişimler ürünün fonksiyonel ve duyuşal özelliklerinde değişikliklere sebep olabilmektedir. Mineral maddelerin miktarında fermentasyon sonucunda bir değişim gözlenmezken emilimlerin ve tahıllarda B grubu (B<sub>12</sub>, folik asit, riboflavin, pantotenik asit) vitamin içeriğinin arttığı belirtilmektedir (Aytuna ve Aran, 2002). Fermentasyonun tahıllarda bulunan antibesinsel faktörlerin miktarını azalttığı da dikkate alınırđa, tarhanadaki fermentasyon, benzer etkiler gerçekleştireceği söylenebilir. Bu nedenlerle tarhananın diyetlerinde vitamin eksikliği bulunan ve gıdaların vitaminlerle zenginleştirilmediği gıda endüstrilerine sahip ülkelerde beslenme açısından da önem taşıdığı belirtilmektedir (Wang and Hesseltine, 1981; Özbilgin, 1983). Fermentasyon sonrası oluşan laktik asit gibi bazı metabolitlerin de bir gıda muhafaza metodu olan '*fermentasyon yoluyla muhafaza*'nın önemli bir unsurunu teşkil etmesi, bu ürünün bir başka ayrıcalıklı tarafını ortaya koymaktadır (Dayısoylu ve ark.,2002).

Buğday unu ile birlikte mısır, nohut, mercimek, soya gibi farklı tahıl ve baklagil unları kullanılarak üretilen tarhanalarla ilgili çalışmalar da bulunmaktadır. Tarhana bileşiminde soya unu (Öner et al., 1993), mercimek ve nohut (Özbilgin 1983; Türker ve Elgün 1995), mısır unu ve peynir altı suyu (Koca ve Tarakcı, 1997), ruşeym ve kepek (Bilgiçli and İbanoğlu., 2007), buğday unu ve bulgur (Toufeili et al., 1999), karabuğday (Bilgiçli, 2009), arpa (Erkan et al., 2006), mısır, çavdar ve soya unu (Köse and Çağındı, 2002), soya sütü (Koç ve ark., 2002) kullanımının ürünün çeşitli özelliklerine etkileri araştırılmıştır. Çölyak hastaları için glutensiz pirinç tarhanası ilk kez Yalçın et al. (2008) tarafından geliştirilmiştir. Bununla beraber, çölyak hastaları için pirinç unu kullanılarak yapılan tarhanaların farklı oranlarda mercimek, bezelye, nohut gibi baklagillerle zenginleştirilerek kalite ve duyuşal özelliklerinin yanında vitamin, besinsel lif, fenolik madde ve antioksidan analizlerinin yapıldığı çalışmalara rastlanılmamıştır.

Türkiye'de ev ölçeğinde üretilen tarhana, ülkemizdeki üretimin büyük bir kısmını oluşturmakla birlikte bazı firmalar tarafından ticari tarhana üretimi de yapılmaktadır. Ülkemizde endüstriyel boyutta ilk tarhana üretiminin 1950 yılında başladığı ve diğer endüstriyel gıdalar gibi tarhananın da kalite bakımından standardize edildiği bildirilmektedir (Erkan, 2004). Son yıllarda kentsel nüfusun hızla artması, aileden daha fazla kişinin ve özellikle bayanların çalışma yaşamına

katılması, hazır gıdalara duyulan ihtiyacı artırmıştır (Göçmen ve ark., 2003). Protein, vitamin ve mineral madde bakımından zengin bir kaynak olan tarhana insan sağlığında dengeli beslenme açısından önem taşımaktadır. Özellikle çocuklar ve yaşlı insanların beslenmesindeki önemi üzerinde durulmaktadır (Hafez and Hamada, 1984; Pirkul, 1988; Damir et al., 1992; İbanoğlu et al., 1995; Dağlıoğlu, 2000; İbanoğlu and Maskan, 2002; Tarakçı et al., 2004; Yalçın et al., 2008).

### **2.3. Baklagiller**

Fasulye, bezelye, mercimek, börülce, nohut ve baklayı içine alan yemeklik tane baklagiller binlerce yıldır insanların diyetlerinin önemli bir kısmını oluşturmuşlardır. Yemeklik tane baklagillerin, antik dönemlerde Akdenizliler, Mezopotamyalılar, Mısırlılar, Macarlar, Truvalılar ve İngilizler tarafından beslenmede kullanıldığı, geçmişlerinin 5000 yıl öncesine dayandığı çeşitli delillerle ortaya çıkmıştır (Pekşen ve Artık, 2005).

Fasulye, mercimek, soya, bezelye ve nohut gibi baklagiller Fabacea denilen Leguminoceae ailesine aittirler. Esas olarak kendilerinin yenilebilir tohumlarından yetiştirilirler ve bu nedenle tane (tohum) baklagiller olarak adlandırılırlar (Iqbal et al., 2006). Baklagiller genellikle iki kategoride sınıflandırılmaktadır. Bunlar enerji için yağ (fıstık ve soya vb.) ve nişasta (nohut) olarak depolananlar şeklindedir. Baklagillerin yapısı genellikle benzerdir. Olgun baklagil tohumu baslıca üç kısımdan meydana gelmektedir: Tohum kabuğu, çenek ve embriyo. Sırasıyla %8, %90 ve %2'lik kısımlarını oluşturmaktadır (Riahi and Ramaswamy, 2003).

Tahılların aksine, baklagiller iyi kalitede protein içermesi nedeniyle yüksek besin değerine sahip gıda kaynağıdır. Dünyada birçok bölgede baklagiller diyetlerdeki benzersiz protein kaynaklarıdır. Sıklıkla diğer protein kaynaklarına gerekli ilave olarak da kullanılmaktadır. Baklagillerden bezelye ve fasulyedeki protein miktarı %20, soya ve bakladaki protein miktarı %38–40 arasındadır. Bu değerler insan ve hayvan beslenmesinde baklagillerin en zengin protein kaynakları olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, dünya nüfusunun artmasıyla özellikle gelişmiş ülkelerde hayvansal kaynaklı gıdaların tüketiminden kaynaklanan riskleri azaltmak için baklagillerin besinsel öneminin daha da artması beklenmektedir (Duranti,

2006). Baklagiller, özellikle dar gelirli insanların bulunduğu gelişmekte olan ülkelerde insan beslenmesinde önemli bir yer tutmaktadır (Swaminathan, 1974).

Besleme değerleri dikkate alındığında yemeklik tane baklagillerin genel olarak aşağıdaki özellikleri gösterdikleri söylenebilir: Yüksek oranda protein içerirler, yüksek oranda lizin temel amino asidi içerirler, metiyonin ve sistin temel amino asidi bakımından fakirdirler, tahıl taneleri için mükemmel bir tamamlayıcı protein kaynağıdır, kolesterol seviyeleri çok düşüktür, içerdikleri antibesinsel maddeler nedeniyle sindirimleri zordur (Pekşen ve Artık, 2005).

Baklagiller yüksek lif içeriği, düşük glisemik indeks ve fitosterol, saponin, oligosakkarit gibi minör bileşenleri içermesi nedeni ile kardiovasküler hastalıklar, diabet, sindirim sistemi hastalıkları, aşırı kilo ve obeziteye karşı yararlı olduğu bildirilen besinlerdir. Yine düşük glisemik indeks ve yüksek sindirilemeyen lif içeriği diyabetiklerin glisemik indeks kontrolünü sağlamalarına yardımcı olmaktadır. Sindirilen besinin bağırsaktan hızlı geçişini sağlaması, kolesterolün yeniden absorpsiyonunu azaltması, tamamlanmamış nişasta sindirimi, fermentasyon prosesini yavaşlatması gibi birçok olumlu etkisi bulunmasıyla özellikle kolon kanseri riskini azaltmaktadır. Lipitler, nişasta ve proteinlere kıyasla kuru baklagiller düzenli vücut ağırlığının sağlanmasına katkıda bulunmaktadır (Duranti, 2006). Baklagiller B grubu vitaminler ve özellikle potasyum, fosfor, kalsiyum, demir gibi mineraller bakımından da oldukça zengindir (Devos, 1988).

Gelişmekte olan ülkelerde yerel tüketim azalırken, A.B.D. ve bazı zengin Batı Avrupa ülkelerinde baklagillere karşı bir talep artışı görülmeye başlanmıştır. Bunun nedeninin de baklagillerin bazı besin özelliklerinin daha belirgin olarak ortaya çıkmaya başlaması şeklinde ifade edilmektedir (Pekşen ve Artık, 2005).

#### **2.4. Besinsel Lif**

Besinsel lif insan vücudunda sindirilemeyen bitkisel kaynaklı maddeler olup konuya duyulan ilgi çok eski dönemlerde hatta M.Ö.5. yüzyılda, Hipokrat'a kadar uzanmaktadır. Yakın zamana kadar besinsel liflerin, laksatif etkilerinin dışındaki diğer özellikleri bilinmemekteydi. Son çeyrek yüzyılda besinsel liflere duyulan ilgi bir hayli artmıştır. Bunun başlıca nedeni, gelişmiş ülkelerin diyetlerindeki besinsel

lif eksikliğini yol açtığı ve “medeniyet hastalıkları” şeklinde tanımlanan bazı hastalıkların ortaya çıkmasıdır (Köksel ve Özboy, 1993). Afrika’da yapılan gözlemler bu bölgede bazı hastalıkların batı ülkelerine göre çok daha az görüldüğü gerçeğini ortaya koymaktadır. Bunun nedeni olarak ilk önce çevresel bazı faktörler düşünülmüş daha sonra yapılan araştırmalar besinsel lif tüketiminin batılı ülkelere oranla bu yörelerde yüksek olmasının rol oynadığını ortaya koymuştur (Köksel ve Özboy, 1993a).

Besinsel lif insanların ince bağırsağında sindirime ve emilime dirençli olan ve kalın bağırsakta tam ya da kısmi fermentasyona uğrayan yenilebilir bitki kısımları olarak tanımlanmaktadır (AACC, 2001). Bilindiği gibi toplam besinsel lifler suda çözünmeyen lifler (selüloz, hemiselüloz, lignin) ve suda çözünen lifler (pektin, gumlar,  $\beta$ -glukan) olarak ayrılmaktadırlar Bu bileşenlerin her biri spesifik fonksiyonel özelliğe sahiptir (Çelik ve Köksel, 1995).

Yapılan epidemiyolojik çalışmalar kolon kanseri, obezite, kalp-damar hastalıkları gibi bazı rahatsızlıklar ile besinsel lifi arasındaki ilişkiyi ortaya koyarak, besinsel lifi tüketiminin önemini vurgulamaktadır. Çözünür besinsel liflerinin kolesterolü düşürerek kalp krizi ve kolon kanseri riskini düşürdüğü belirlenmiştir. Ayrıca, besinsel liflerinin insan sağlığı üzerindeki olası yararları arasında obezite, tansiyon, hemoroid, diyare, bazı bağırsak rahatsızlıkları, hipertansiyon ve damar hastalıkları riskini azaltması sayılmaktadır. Besinsel liflerinin, bağırsak transit süresi, kısa zincirli yağ asitleri üretimi, bağırsak yoğunluğu, gaz üretimi, mineral ve vitaminlerin biyoyararlılığı, protein sindirimi, kolesterol ve diğer lipit metabolizmaları üzerine de etkili olduğu aktarılmaktadır. Günlük diyetle alınan 1g besinsel lifin glikemik indeksi %0.25 oranında düşürdüğü belirtilmektedir (AACC 2001; Ekici ve Ercoşkun, 2007; Sabanis, et al., 2009; Tosh and Yada, 2009 ).

Otoriteler arasındaki genel görüş günlük diyetlerinde 50 yaş altı ve üstü bayanların sırasıyla 25g/gün, 21g/gün; 50 yaş altı ve üstü bayların sırasıyla 38g/gün, 30 g/gün besinsel lif alımına ihtiyaçları olduğu doğrultusundadır. Glutensiz ürünler bu ihtiyacı karşılayamayacağı için besinsel lifler ile zenginleştirilmesi gerekmektedir. Aynı zamanda diyetlere besinsel lif ilavesi düşük kalori, yağ ve kolesterol alımını sağlamaktadır. Teknolojik açıdan da besinsel lif ilavesi su bağlama kapasitesi, jel

oluşturabilme, yağ ikame edici, tekstür ve kalınlaştırıcı özellikleri nedeniyle duyuşal özellikler, tekstür ve raf ömrünün modifikasyonunu ve gelişimine katkıda bulunmaktadır (Sabanis et al., 2009; Elleuch et al., 2011).

Besinsel lif içeren gıdalarda hem çözünebilen ve hem de çözünemeyen lifler değişik oranlarda bulunur. Her iki türün de farklı psikolojik etkileri ve besinsel faydaları vardır. Sağlıklı beslenme açısından en yararlı olanı da her iki lif grubunu içeren gıda maddelerinin alınmasıdır. Besinsel lifler özellikle kepek kısmı ayrılmamış tahıllarda ve bunlardan elde edilen ürünlerde, nohut, mercimek gibi baklagillerde, taze ve kurutulmuş meyve ve sebzelerde bol miktarda bulunmaktadır (Tosh and Yada, 2009).

Gelişmekte olan ülkelerin diyetlerinde besinsel lif bakımından zengin olan gıdalar daha fazla yer aldığından besinsel lif tüketimi de gelişmiş ülkelere kıyasla daha fazla olmaktadır. Besinsel lif tüketimini etkileyen faktörlerin başında gelir düzeyi, meyve ve sebzelerin fiyat ve piyasada bulunma durumları, cinsiyet ve yaş gelmektedir.

## **2.5. Antioksidanlar**

İnsanların sağlıklı ve uzun bir yaşam sürmesi üzerine beslenmenin etkisinin kesin bir şekilde ortaya konulmasından sonra gelişmiş ülkelerde özellikle son yıllarda doğal antioksidan tüketimi üzerine çok durulmaya başlanmıştır (Velioğlu, 2000; Poyrazoğlu ve ark., 2002). Tüketicilerin sentetik antioksidanların güvenilirliği konusundaki endişeleri nedeniyle bitki ekstraktlarından elde edilen doğal antioksidanlara karşı olan ilgi giderek artmaktadır. Meyveler, sebzeler, tahıllar, elma kabukları, turunçgil kabuk ve tohumları gibi ürünlerin ekstraktları model sistemde etkili antioksidan aktivite göstermektedir (Sun and Ho, 2005).

Antioksidanlar, tatta ve gıdaların besinsel kalitesindeki istenmeyen değişimleri önlemede önemli rol oynarlar. Tahıl taneleri, insan ve hayvan beslenmesinde enerji ve proteinin önemli bir bölümünü sağlar. Besinlerin kimyasal kompozisyonu ve biyoyararlanımı tahılların tür ve çeşitliliğine göre değişir ve gıdaların işlenme şeklinden de etkilenebilir. Duyusal özelliklerinin iyi olması tüketici tercihini de etkilemektedir (Zielin'ski and Kozłowska, 2000; Ragaei and Abdel-Aal, 2006).

Serbest radikal bir veya birden fazla eşlenmemiş elektron içeren moleküldür (Velioğlu 2000; Berger, 2005; Ekici ve Sağdıç, 2008). Radikaller aynı zamanda vücuda alınan ilaçların, kimyasal maddelerin, irradyasyonun (iyonize radyasyon ve ışık dâhil), demir, bakır gibi metallerin katalizlediği elektron geçişini, yangılı lökositler vb. hücre esaslı savunma sisteminin salgıladığı salgıların yer aldığı metabolizma sonucu oluşan bir tür savunma metabolizması ürünleridir. Serbest radikallerin en önemli özelliği son derece reaktif olmalarıdır. Radikaller karşılaştıkları her madde ile özellikle de canlı dokusunda bulunan her madde ile reaksiyona girebilirler (Velioğlu, 2000).

Serbest radikaller vücuttaki hücrelerin membranına, hücre yapısında bulunan lipidlere, proteinlere, nükleik asitlere ve DNA'ya zarar vermektedir. Başta kanser olmak üzere, kardiyovasküler hastalıklar, Alzheimer ve Parkinson gibi sinir hastalıkları, diyabet, katarakt, karaciğer tahribatı gibi pek çok hastalığa neden olmaktadır. Antioksidanlar, az miktarlarda dahi bu oksidatif zararlanmaları geciktirmekte veya tamamen önlemektedir. Dolayısıyla serbest radikalleri yakalayarak hastalıklardan korunmayı sağlamaktadır (Xu et al., 2007 ).

Vücudun antioksidan savunma sistemi farklı antioksidan bileşiklerden oluşmakta ve bu bileşiklerin antioksidan kapasiteleri vücutta üretilen serbest radikaller ve gıdalarla alınan antioksidanlar arasındaki dengeye göre değişmektedir. Bitkisel ürünlerin antioksidan aktivitesi yapılarındaki bazı kimyasal bileşiklerden kaynaklanmaktadır. Bunlar arasında aminoasitler, karotenoidler, flavonoidler, fenolik bileşikler, C ve E vitaminleri, organik asitler, melanoidinler, sülfidler, fitatlar, glukonatlar, kumarinler, terpenler, ligninler, indoller, izotiyosiyanatlar, fitalidler sayılabilmektedir (Koca ve Karadeniz, 2005).

Gıdaların antioksidan kapasitelerinin ölçümünde çeşitli yöntemler kullanılabilir. Antioksidan aktivite, radikal bağlama kapasitesine dayanan 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH<sup>•</sup>) radikalleri, 2,20-azino-di-[3-ethylbenzthiazoline sulphonate] (ABTS+ radikal katyonları) (Ragae et al., 2006), troloks eşdeğeri antioksidan kapasitesi (TEAC) ve Folin-Ciocalteu ayracıyla toplam fenolik madde tayini ise hidrojen atomu transferi mekanizması üzerine kurulu yöntemlerdir (Oğuz, 2008).

## 2.6. Fenolik Madde

Bütün bitkiler metabolizmalarında, sekonder metabolit olarak ve büyük bir olasılıkla kendilerini bazı zararlılara karşı korumada rolleri olduğu sanılan çok sayıda fenolik madde oluşturmaktadırlar. Bu nedenle, bitkisel kökenli bütün gıdalarda daima farklı nitelikte ve miktarda çeşitli fenolik bileşikler bulunmaktadır (Acar ve Gökmen., 2005).

Fenolik bileşikler, “fenolik asitler” ve “flavonoidler” olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Fenolik asitler ise, “hidroksisünamik asitler ve “hidroksibenzoik asitler” olmak üzere iki gruptan oluşmaktadır. Hidroksisünamik asitlerin başlıca örnekleri; kumarik, kafeik, ferulik ve sinapik asittir. Hidroksibenzoik asitlerin başlıcaları ise; salisilik asit, p-hidroksibenzoik asit, protokateşik asit, gallik asit, vanilik asit ve siringik asittir. Bu asitler meyve ve sebzelerde genellikle serbest formda ve düşük miktarda bulunmaktadır (Karadeniz ve Ekşi, 2002). Flavonoidler ise önemli antioksidan aktiviteye ve metallerle kelat oluşturma özelliğine sahip ikincil bitki fenolikleridir. Doğada 4000’den fazla flavonoid tanımlanmış olup halka yapılarına göre bunlar; flavonoller, flavonlar, flavanonlar, kateşinler, antosiyaninler ve izoflavonoidler gibi isimler almaktadırlar. Antosiyaninler, flavanoller ve izoflavonlar hayvan ve hücre sistemlerinde antikarsinojenik aktiviteye sahiptir (Koca ve Karadeniz, 2005).

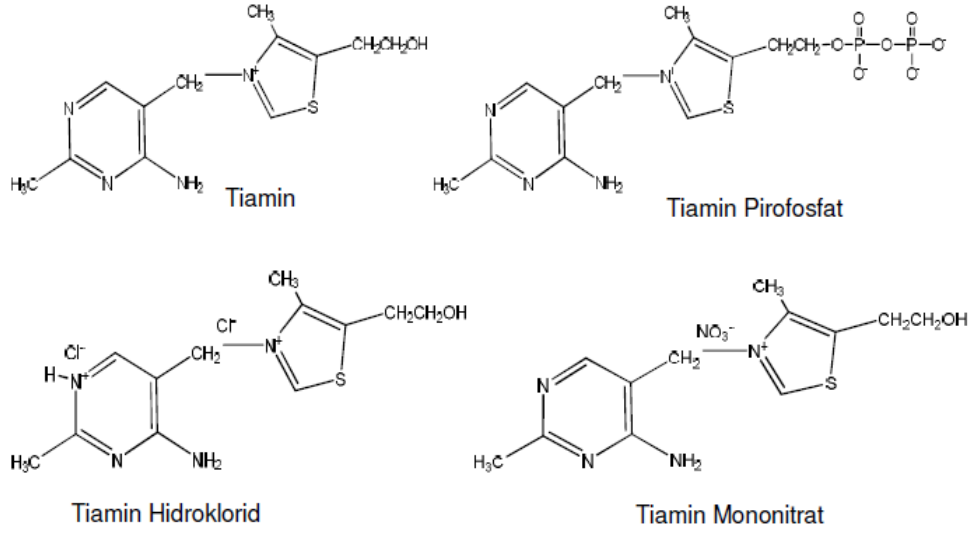
Gıda bileşeni olarak fenolik bileşikler, insan sağlığı açısından işlevleri, tat ve koku oluşumundaki etkileri, renk oluşumu ve değişimine katılmaları, antimikrobiyal ve antioksidatif etki göstermeleri, fenoloksidaz enzimlerinin etkisiyle enzimatik renk esmerleşmelerine neden olmaları, çeşitli gıdalarda saflık kontrol kriteri olmaları gibi pek çok açıdan önem taşımaktadırlar (Acar ve Gökmen, 2005). Toplam fenolik madde miktarı antioksidan aktiviteyle direkt ilişkili olduğu için fenolik içeriği yüksek olan gıdaların antioksidan etkisi de yüksek olmaktadır. Baklagillerde de tanenler, izoflavonoidler, flavonoidler gibi fenolik bileşikler bulunmaktadır (Pekşen ve Artık, 2005)

## 2.7. Vitaminler

Yaşam için elzem olan besinsel faktörlerden bir tanesi de vitaminlerdir. Vitaminler, enzim ve hormonlar gibi aktif öğeler olup, vücuttaki tepkimeleri düzene sokan biyokatalistler olarak nitelendirilirler. Bu öğeler normal metabolik işlevlerde (hücresinin rutin faaliyetlerinde, korunmasında, farklılaşmasında, gelişiminde vb.) çok düşük miktarlarda gereksinim duyulan bileşiklerdir. Çoğu kez koenzim gibi görev yaparak önemli metabolik roller üstlenmektedir. Bazı vitaminler öncü ya da provitamin olarak gıdalar içinde yer almakta ve vücuda girdikten sonra da kimyasal değişikliğe uğrayarak bir veya daha fazla aktif vitamin yapısına dönüşmektedir. Böylece gıdada bulunan vitamin içeriğinin ölçülmesinde, yalnızca gerçek vitamin miktarının hesaplanması değil, aynı zamanda kendi öncülerinden potansiyel olarak elde edilebilen vitamin aktivitelerinin de dikkate alınması gerekir. Vitaminlerin gıdalardaki dağılımı değişiktir. Bu nedenle bazı yiyeceklerde bir veya birkaç vitamin yüksek yoğunlukta bulunurken, bazılarında da çok az bulunduğu bilinmektedir. Vitaminler, klasik bir sınıflandırma yapıldığında iki gruba ayrılırlar: Yağda çözünen vitaminler; A,D,E,K vitaminleri. Suda çözünen vitaminler; tiamin (vitamin B<sub>1</sub>) riboflavin (vitamin B<sub>2</sub>), niasin, vitamin B<sub>6</sub>, pantotenik asit, folik asit, vitamin B<sub>12</sub>, biotin, askorbik asit vb. dir (Saldamlı ve Sağlam, 2005).

Tiamin (Vitamin B<sub>1</sub>) metilen köprüsüyle birbirine bağlanmış pirimidin halkası ile tiyazol halkasından oluşan baz karakterli bir maddedir. Pirimidin halkasında bir NH<sub>2</sub> (amino grubu), tiyazol halkasında çok aktif bir N vardır. Pirimidin ve tiyazol halkalarını bağlayan metilen köprüsü oldukça zayıftır. Özellikle alkali çözeltide ısıtılırsa bu köprü kopar ve vitamin özelliğini yitirir (Çelik, 2006).





**Şekil 2.1.** Tiaminin farklı formlarının moleküler yapısı (Ball, 2006)

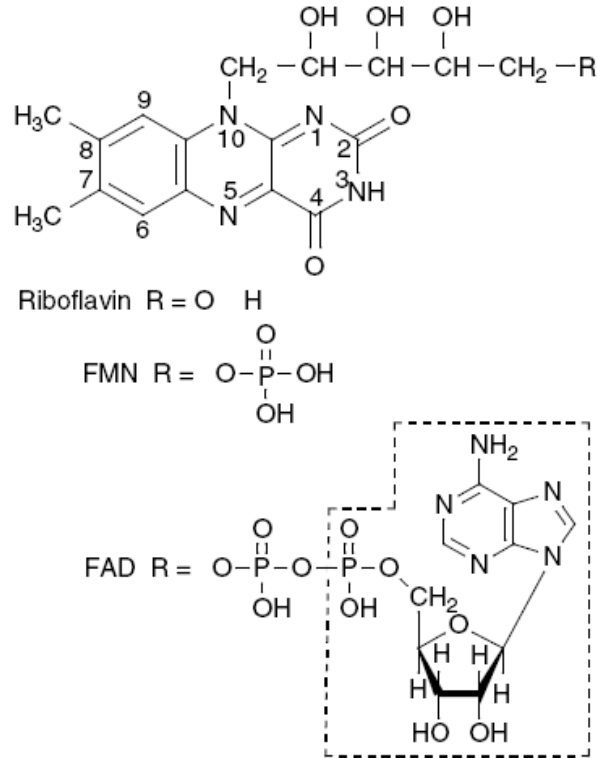
Tiamin, ışık ve oksidasyona karşı nispeten stabil olmasına rağmen suda çözünen vitaminler arasında nötr pH değerinde en düşük stabiliteye sahip olan vitaminlerdendir. Alkali pH değerlerinde ise stabil değildir. pH 2.0-4.0 arasında maksimum stabiliteye sahipken düşük asitliğe sahip gıdalarda ısı işlemiyle kayıplar meydana gelebilmektedir (Gregory, 1996; Eitenmiller and Landen, 1999; Bilgi Boyacı, 2008). Tiamin yetersizliği, sinir ve sindirim sistemi bozuklukları şeklinde ortaya çıkmaktadır. Uzun süre düşük tiamin alımı sonucunda beriberi hastalığı meydana gelmektedir (Ball, 2006).

Tiamin ticari olarak hidroklorid ve mononitrat tuzları şeklinde bulunmaktadır. Bu formları gıdaların zenginleştirilmesinde ve besin desteklerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Tiamin hidrokloridin (1 g/ml), mononitrat formuna (0.027 g/ml) göre daha fazla çözünürlüğe sahip olması sıvı gıdaların zenginleştirilmesinde kullanımı açısından avantajdır. Fakat aktivasyon enerjilerindeki farktan dolayı tiamin mononitrat 95°C'nin altında daha stabil iken tiamin hidroklorid 95-110°C'den yüksek sıcaklıklarda daha stabildir (Bilgi Boyacı, 2008).

Hububatlarda tiamin nişastalı endospermde az, ruşeyimde yüksek miktarda bulunmaktadır. Hububatların öğütülmesi büyük ölçüde tiamin kayıplarına sebep olmaktadır. Dolayısıyla beyaz un, hazır kahvaltılık tahıllar, bazı ülkelerde parlatılmış pirinçler vitamin ilavesiyle zenginleştirilmektedirler. Ekmekler, makarna,

spagetti, çikolata, malt ve süt türevleri sıklıkla zenginleştirilen diğer gıda maddeleridir. Ayrıca ette, karaciğerde ve mayada da çok bulunur. Tiamin gereksinimi enerji tüketimi ile ilgilidir. Yetişkinlerde günlük 0.4 mg/1000kcal önerilmektedir. Tiamin gereksinimi diyetteki karbonhidrat oranının protein ve yağa göre arttığı hallerde, fazla alkol alındığında gebelik, emzirme, büyüme gibi durumlarda artar (Ball, 2006).

Riboflavin ismi yapısındaki beş karbonlu basit karbonhidrat olan riboz ve sarı renkli pigment olan flavin gruplarından gelmektedir. Riboflavin 7,8-dimetil-10(1'-ribitil) izoalloksozin yapısındadır. Ribitil yan zincirinin 5' pozisyonunun fosforilasyonu ile flavin mononükleotid (FMN), 5'-adenozil monofosfat birim ilavesi ile de flavin adenin dinükleotid (FAD) meydana gelmektedir. FMN ve FAD çeşitli oksidasyon-redüksiyon proseslerini katalizleyen flavine bağlı çok sayıda enzimin koenzimi olarak görev yapmaktadır. Bir molekülden diğer moleküle hidrojen taşınmasında görev almaktadırlar. Koenzimler FMN ve FAD, gıdalarda ve sindirim sisteminde bulunan fosfataz enzimlerinin aktivitesi sonucunda riboflavin formuna dönüşmektedir (Bilgi Boyacı, 2008).



**Şekil 2.2.** Riboflavin, FMN ve FAD formlarının moleküler yapısı (Ball, 2006)

Riboflavin ışıktan korunduğu takdirde sıcaklık ve oksidasyona karşı stabildir. Bu nedenle birçok gıdaya uygulanan işlemler riboflavin içeriği üzerinde az etki göstermektedir. Riboflavin asidik ortamda en fazla stabiliteye sahipken nötral pH'da stabilitesi azalmakta, alkali ortamda ise degradasyona uğramaktadır (Gregory, 1996; Eitenmiller and Landen, 1999; Bilgi Boyacı, 2008).

Hububat taneleri düşük konsantrasyonlarda flavin içermelerine rağmen hububatın temel gıda olduğu ülkelerde önemli kaynak teşkil etmektedirler (Ball, 2006). Riboflavinin çoğunluğu ruşeym ve kepek kısmında bulunduğundan öğütme ile önemli miktarda kayıp meydana gelmektedir (Rivlin, 1975). Öğütme işlemi ile %60'a kadar kayıp meydana geldiğinden unun riboflavin ile zenginleştirilmesi ile ekmek ve tüketime hazır kahvaltılık hububat ürünlerine katkıda bulunulabilmektedir. Riboflavinin en zengin kaynakları et, süt, yumurta, karaciğer, böbrek gibi hayvansal protein kaynağı yiyeceklerdir. Yeşil yapraklı sebzeler, kuru baklagil ve maya riboflavinin diğer önemli kaynaklarıdır (Ball, 2006).

Riboflavin yetersizliği genellikle diğer suda çözünen vitamin yetersizlikleriyle beraber meydana gelmektedir. Riboflavin metabolizmasının folik asit, niasin ve vitamin B<sub>6</sub> metabolizmasıyla olan yakın ilişkisi birbiriyle bağlantılı olan yetersizlik semptomları veya diğer besinlere ihtiyaç duyan metabolik sistemlerin düzensiz çalışması ile sonuçlanmaktadır (Eitenmiller and Landen, 1999; Baysal, 2002). Riboflavin gereksinimi diyetin içeriğine göre değişmektedir ve enerji alımı ile yakından ilgilidir. Yetişkinler için önerilen minimum doz 1.2 mg/gün' dür. Ayrıca günlük 0.6 mg/1000kkal'lik bir riboflavin tüketimi de geçerlidir. Büyüme, gebelik, emzirme döneminde olma ve diğer nedenlerle metabolizmanın hızlanması riboflavin gereksinimini arttırmaktadır. Riboflavin yetersizliği, ekonomik açıdan geri kalmış ülkelerde çok daha yaygındır. Riboflavinin klinik yetersizliği riboflavin bakımından fakir bir diyetle beslenme veya galaktoflavin gibi bir antogonistin verilmesi sonucu oluşabilir. Yetersizliğinde deride yaralar, ağız, burun ve genital bölgelerde kabuklu ve yağlı deri iltihabı, görme zorluğu, korneada damarlaşma, sinir sistemi bozuklukları gibi belirtiler görülebilir (Saldamlı ve Sağlam, 2005).

Geleneksel tarhana üretiminde, ürün güneş enerjisinden yararlanılarak kurutulmaktadır. Ancak, bu uygulama önemli düzeyde riboflavin kayıplarına yol

açmaktadır. Besin değerinin bu bakımdan korunması, fermentasyon ve kurutmanın güneş ışığı almadan, uygun sıcaklıklarda yapılmasıyla sağlanabilir. Bu da endüstriyel üretimle mümkün olabilmektedir (Tamer ve ark., 2004).

Gıdalarda hazırlama ve saklama sırasında kayba uğrayan besin öğelerini eklemek, temel gıda maddelerini, sınırlı besin öğeleri yönünden zenginleştirerek, bunların yetersiz tüketimlerinden ileri gelen hastalıkları önlemek gibi amaçları olan "gıda zenginleştirme" kavramı, genel anlamıyla gıdaların besin öğesi ya da öğelerinin miktarlarını artırarak hedef grupta besin öğesi alımını artırmak amacıyla yapılan halk sağlığına yönelik uygulamalara verilen addır. Aslında gıda zenginleştirme, sağlığı korumak için bir politika üretme ve uygulama sürecidir (Baysal, 2002; Bilgi Boyacı, 2008).

Çölyak hastalarının tükettikleri glutensiz gıdalar genellikle zenginleştirilmedikleri için ve rafine edilmiş un ve/veya nişastadan üretilmeleri nedeniyle, bazı B grubu vitaminleri, demir ve diyet lifi içeriği açısından gluten içeren diğer gıdalara oranla daha fakirdirler (Türksoy ve Özkaya, 2006). Geleneksel ürünümüz olan tarhananın besinsel içerik bakımından zenginliği bilinmekte, mercimek, bezelye, nohut gibi baklagil unları ilavesi ile zenginleştirilerek bu özelliğinin daha da artacağı düşünülmektedir.

Baklagil unları ile doğal olarak zenginleştirilmesi planlanan gıdalarda vitaminlerin tespiti ve gıdaların etiketlenmesi için hızlı ve güvenilir analiz metotları gereklidir. Suda çözünen B grubu vitaminler, çeşitli biyolojik matrikslerde farklı organik formlarda bulunmaktadır (Ollilainen et al., 2001). Gıdalarda B<sub>1</sub> ve B<sub>2</sub> vitaminleri serbest formlarda (tiamin, riboflavin) ve fosfat formunda (özellikle tiamin pirofosfat, riboflavin-5'-fosfat (FMN) ve riboflavin-5'-adenozildifosfat (FAD)) bulunabilmektedir (Ndaw et al., 2000).

B grubu vitaminlerin analizinde mikrobiyolojik ve florometrik standart metotlar mevcuttur (AOAC ve ICC). Fakat günümüzde sıvı kromatografisi metotlarının hızı, duyarlılığı, seçiciliği, oldukça başarılı tekrar edilebilirliği bunların modern gıda analiz laboratuvarlarında kullanımları için bir tercih nedeni olmaktadır. Bununla beraber, bu metotlarda kromatografik ayırım ve kalibrasyon proseslerini de içine alacak şekilde metotların standardizasyonu gereklidir ve çeşitli gıdaları kapsayan

daha yeni karşılaştırmalı verilere ihtiyaç duyulmaktadır (Eitenmiller and Landen, 1999; Ollilainen et al., 2001; Bilgi Boyacı, 2008).

Tiamin analizi için kullanılan metotlar klasik tiyokrom metotları, mikrobiyolojik analiz ve HPLC yöntemleridir. Günümüzde yüksek spesifiklik ve duyarlılığa sahip olan ve kısa sürede analizi gerçekleştiren HPLC metotları tercih edilmektedir. Bunun yanısıra HPLC metotları farklı vitaminlerin aynı anda belirlenmesine olanak sağlamaktadır (Eitenmiller and Landen, 1999; Esteve et al., 2001). Tiamin ve riboflavin birlikte aynı zamanda elverişli biçimde tayin edilebildiği için bu iki vitamini aynı ekstraktan analiz edebilen metotlar bulunmaktadır (Ndaw et al., 2000; Esteve et al., 2001; Ollilainen et al., 2001; Bilgi Boyacı, 2008).

HPLC teknikleri, ters faz kolonu ve UV veya floresans dedektörle suda çözünen vitaminlerin hızla ayrılmasını ve miktarının belirlenmesini sağlar. Floresans dedektörde floresans özellikte olmayan vitaminler için türevlendirme yapılması, yani vitaminlerin floresans veren türevlerinin oluşturulması gerekmektedir (Albala - Hurtado et al.,1997). Tiamin floresan özelliğe sahip olmadığı için floresans türevi olan tiokroma dönüştürüldükten sonra florometrik olarak belirlenebilmektedir. Tiamin ve fosfat esterleri alkali ortamda potasyum ferrisiyanit ( $K_3Fe(CN)_6$ ) ile reaksiyona girerek kuvvetli mavi floresan veren tiokrom bileşiğini oluşturmaktadır. Etkileşime girebilecek diğer floresan bileşikler bulunmadığında tiokromun yoğunluğu toplam tiamin miktarıyla orantılıdır (Eitenmiller and Landen, 1999; Ball, 2006). Riboflavin doğal floresans özellik gösterdiği için kimyasal derivatizasyona gerek olmadan florometrik olarak tespit edilebilmektedir (Eitenmiller and Landen, 1999; Bilgi Boyacı, 2008).

Son yıllarda bayanların çalışma yaşamına daha fazla katılmasına bağlı olarak hazır gıdalara duyulan gereksinim artmış ve bu hazır gıdalar arasına tarhana da katılmıştır. Bitkisel ve hayvansal hammaddelerin birlikte işlenmesi ile elde edilen, sindirimi kolay, besleyici değeri yüksek, iştah açıcı ve bağırsak florasını düzenleyici özellikleri olan tarhananın özgün niteliklerinin korunarak, hijyenik şartlarda ve endüstriyel ölçekte üretiminin yapılması ve tüketiminin teşvik edilmesi gerekmektedir (Tamer ve ark., 2004). Buğday unu yerine pirinç ununa farklı oranlarda mercimek, bezelye, nohut gibi baklagil unları katılarak üretilecek yeni

tarhana çeşitlerinin elde edilerek glutensiz ürünlerdeki çeşitliliğin artırılması ülkemizdeki çölyak hastaları için önemlidir. Bu araştırmada baklagil unları ilave edilerek zenginleştirilen bu ürünlerin aynı zamanda vitamin, besinsel lif antioksidan ve toplam fenolik madde analizleri yapılarak bazı besinsel özelliklerinin belirlenmesi bu alanda yeni veriler elde edilmesini sağlayacaktır. Bu araştırmanın sonuçlarının gıda sanayinde glutensiz yeni ürünlerin üretimine ışık tutacağına inanılmaktadır.

### **3. MATERYAL ve METOT**

#### **3.1. Materyal**

Bu çalışmada pirinç, nohut, kırmızı mercimek ve yeşil bezelye unları kullanılmıştır. Pirinç ve kuru bezelye piyasadan temin edilmiştir. Pirinç ve kuru bezelye Brabender Quadrumat Junior değirmende öğütülerek un haline getirilmiş ve 425µm'lik elekten geçirilmiştir. Tarhana örneklerinin bileşiminde yer alan hammaddelerden mercimek ve nohut unları, yogurt (Pınar), ekme mayası (Pakmaya), domates salçası (Olca), yeşil sivri biber, kırmızı salçalık biber, soğan, tuz ve baharat Ankara piyasasından sağlanmıştır.

#### **3.2. Kimyasallar ve Diğer Yardımcı Maddeler**

Analizler için kullanılan kimyasallar; etanol (absolut), aseton, folin-ciocalteau's phenol reaktifi (Sigma Aldrich, Almanya); borik asit (Merck, Almanya); sodyum hidroksit, bakırsülfat, sodyumsülfat, hidroklorik asit (Riedel-de Haën, Almanya); Gluten Assay Kit (BIOKITS, USA), Total Dietary Fibre Assay KIT ( Megazyme, İrlanda), gallik asit, ABTS [2-2' azinobis (3-methylbenzothiazoline-6-sulfonate)(Sigma, Almanya); Trolox (6-Hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2 carboxylic acid) (Aldrich, Almanya), potasyum peroxidisulfate (Fluka, İsviçre)'tir.

Vitamin standartları olarak tiamin hidroklorid ve riboflavin (Labor Dr. Ehrenstorfer-Schlosser, Almanya) kullanılmıştır. Sertifikalı referans materyal olarak tam bugday unu (CRM 121) ve süt tozu (CRM 421) (BCR, Belçika) kullanılmıştır. Vitamin analizleri için kullanılan enzim takadiastase (Fluka, İsviçre)'dir. Metanol (HPLC grade), sülfirik asit, potassium hexacyano-ferrate III (Sigma-Aldrich, Almanya); su (HPLC grade), sodyum asetat trihidrat (Merck, Almanya), etanol (absolut), sodyum hidroksit (Riedel-de Haën, Almanya); Whatman filtre kağıdı (İngiltere), şırınga ucu filtre (0.22 µm), disk filtre (seluloz asetat, 47mm, 0.45 µm) (Alltech, ABD), mavi vidalı kapak, vial (Agilent, Almanya) kullanılmıştır.

#### **3.3. Ekipmanlar**

Çalışma tarhanaların fermentasyonu ve kurutulması amacıyla fermentasyon kabini (National M.F.G Co., ABD) kullanılmıştır. Bunun yanı sıra çalışmada kullanılan

diğer ekipmanlar ise etüv (Şimşek Laborateknik, Türkiye), hassas terazi (Metler Toledo AB104-5), kül fırını (Protherm PLF 110/8), Microprocessor pH Meter HI 221 (Hanna Instruments, Romanya), manyetik karıştırıcı (Velp Scientifica, İtalya), renk ölçüm cihazı (Minolta spektrofotometre CM-3600d, Japonya), RVA (Newport Scientific Europe, Avustralya), çalkalamalı su banyosu (Memmert, Almanya), ultrasonik ses banyosu (Falc, İtalya), vakum pompası (Knf Neuberger, Almanya), derin dondurucu (Sanyo, Japonya), vorteks (Velp Scientifica, İtalya), masaüstü soğutmalı santrifuj 3-18K (Sigma, Almanya), Spektrofotometre (Agilent, ABD), soğutucu (Criocabin Criobox), mutfak robotu (Raks-MR 1001, Türkiye) kullanılmıştır. ELISA testi sırasında Bio-Tek plate reader kullanılmıştır.

Yüksek basınçlı sıvı kromatografisi (HPLC: High Performance Liquid Chromatography) sistemi (Agilent 1200 serisi, İsviçre); gaz uzaklaştırıcı (G1322A), dörtlü pompa sistemi (G1311A), oto örnekleyici (G1329A), ısı kontrol ünitesi (G1330B), kolon fırını (G1316A), floresans dedektör (G1321A) ve UV dedektör (G1365B) bölümlerinden meydana gelmektedir. Vitaminlerin analizlerinde kullanılan kolon ise ZORBAX Poroshell 120 EC-C18 (4.6mm x 150mm, 2.7 µm, Agilent, ABD)' dir.

### **3.4. Metotlar**

#### **3.4.1. Un Örneklerinde Yapılan Analizler**

##### **3.4.1.1. Rutubet Miktarı Tayini**

Un örneklerinde rutubet miktarı, AACC Metodu No. 44-01 (AACC, 2000)'e göre belirlenmiştir.

##### **3.4.1.2. Kül Miktarı Tayini**

Un örneklerinde kül miktarı, AACC Metodu 08-01 (AACC, 2000)'e göre belirlenmiştir. Yakma işlemi 575°C' de gerçekleştirilmiştir.



#### **3.4.1.3. Protein Miktarı Tayini**

Un örneklerinde protein miktarı, AACC Metodu No. 46-12 (AACC, 2000)'ye göre belirlenmiştir. Azotun proteine çevrilmesi için faktör; mercimek, bezelye ve nohut unlarında 6.25, pirinç ununda 5.95 olarak alınmıştır.

#### **3.4.1.4. Renk Analizi**

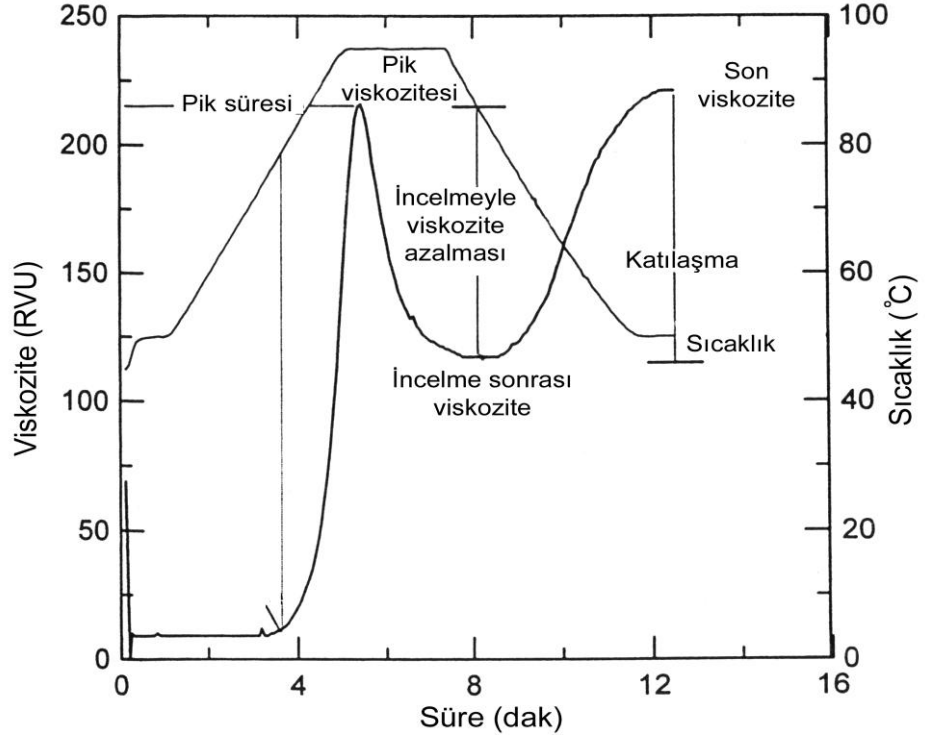
Un örneklerinin renkleri Minolta spektrofotometre, CM-3600d kullanılarak belirlenmiştir. Un örneklerinde renk ölçümü CIE L\*, a\* ve b\* renk sistemi kullanılarak saptanmıştır. Üçlü skalada L\*=100 beyaz, L\*=0 siyah; yüksek pozitif a\* kırmızı, yüksek negatif a\* yeşil, yüksek pozitif b\* sarı ve yüksek negatif b\* mavi olarak değerlendirilmiştir. Dört tekrarın ortalaması olarak verilmiştir.

#### **3.4.1.5. Mikroviskoanalizör (RVA™) ile Un Örneklerinin Çişişlenme Özelliklerinin Tayini**

Un örneklerinde çişişlenme (pasting) özellikleri mikroviskoanalizör (Rapid ViscoAnalyzer=RVA-4, Newport Scientific, NSW, Australia) veri analiz yazılımı (Thermocline, Warriewood, NSW, Australia) kullanılarak incelenmiştir. RVA parametreleri; pik viskozitesi, incelme sonrası viskozite, karıştıırma ile viskozite azalması, katılaşıma ve sistemin test sonunda ulaşıtıı son viskozite değerleridir. Tipik bir RVA grafiği Şekil 3.1.'de verilmiştir. Pik viskozitesi; nişıasta veya nişıastalı karışımın su bağlama kapasitesini göstermektedir. Pik viskozitesi oluşıttuktan sonra viskozite bir süre sonra düşmeye başlar. Viskozitede gözlemlenen bu düşüş incelmeyle viskozite azalması olarak ifade edilmiştir. İncelmeyle viskozite azalmasından sonra ulaşılan viskozite değeri ise incelme sonrası viskozite olarak tanımlanmıştır. Isıtma periyodundan sonra kontrollü soğutma ile sistemin viskozitesinde hızlı bir artış olmaktadır. Viskozitedeki artış katılaşıma olarak tanımlanmıştır. Soğutma süresi sonunda ulaşılan viskozite değeri son viskozite olarak ifade edilmiştir. Son viskozite; örneğin pişirildikten veya soğutulduktan sonra jel oluşıturabilme kabiliyetini göstermektedir.

Çişişlenme özellikleri RVA' de 23 dakika testi ile belirlenmiştir. 212 µm'lik elekten geçirilen un örneklerinden 3.5g (%14 rutubet esasına göre) tartılarak üzerine 25g

su ilave edilmiştir. Örneklere uygulanan RVA profili Çizelge 3.1’de verilmiştir. İki tekrar yapılmıştır.



**Şekil 3.1.** Tipik RVA grafiği ve kullanılan parametreler

Su ve örnek miktarı aşağıdaki formül ile belirlenmiştir.

$$M_2 = \frac{(100 - 14)}{(100 - W_1)} \times M_1$$

$M_1$ : % 14 nem esasına göre tartılacak örnek miktarı, g

$M_2$ : düzeltilmiş örnek miktarı g

$W_1$ : örneğin nem miktarı, %

$W_2$ : düzeltilmiş su miktarı, g

**Çizelge 3.1.** Standart 2 profilinde sıcaklık-hız değişimi

Süre Saat: Dak: Sn	Kriter	Değer
00:00:00	Sıcaklık	50 °C
00:00:00	Hız	960 rpm
00:00:10	Hız	160 rpm
00:01:00	Sıcaklık	50 °C
00:08:30	Sıcaklık	95 °C
00:13:30	Sıcaklık	95 °C
00:21:00	Sıcaklık	50 °C
00:23:00	Sıcaklık	50 °C

### 3.4.1.6. İmmünolojik Yöntemle (ELISA) Unların Gluten Miktarının Belirlenmesi

Bu çalışmada ELISA yöntemine dayalı immünolojik yöntemle (AOAC 991.19, 1991) pirinç ve baklagil unlarında gluten içeriği belirlenmiştir. Yöntem antijen-antikor reaksiyonuna dayanmaktadır. Çalışmada sandviç tipi kit kullanılmıştır. Örnekler %40 etanol ile ekstrakte edilmiştir. Kitte bulunan mikrotiter kuyucukları gliadine spesifik antikorlarla kaplanmıştır. Kuyucuklara standart veya örnek solüsyonunun ilavesiyle mevcut gliadin spesifik antikora bağlanmakta ve sonuçta antikor-antijen kompleksi oluşmaktadır. Yıkama işlemi ile gliadin harici örnek bileşenleri uzaklaştırılmaktadır. Bağlanan gliadin miktarı, gliadin ile peroksidaz bağlı monoklonal antikorun reaksiyonu ile belirlenmektedir. Bağlanmamış enzim konjugatı yıkama aşamasında uzaklaştırılmaktadır. Bağlı peroksidaz aktivitesi TMB (tetrametilbenzidin) substrat ilavesi ile belirlenmektedir. Peroksidaz varlığında mavi renk oluşumu gözlenmektedir. Reaksiyon sonlandırıcı reaktif ilavesi ile renk maviden sarıya dönüşmekte ve 450 nm'de ölçüm yapılmaktadır. Örneklerdeki gluten miktarı standart eğrisi yardımıyla belirlenmektedir. Sonuçlar iki ölçüm değerinin ortalaması olarak verilmiştir. Yöntem 1 ppm düzeyine kadar gluten varlığı tespitini mümkün kılmaktadır.

$$\text{Gliadin miktarı (ppm)} = \frac{C(\mu\text{g/ml}) \times 50 \times 20 \text{ (ml)}}{1000 \times 1 \times 2 \text{ (g)}}$$

Gluten miktarı (ppm) = Gliadin x 2

C = Kalibrasyon eğrisinde örnek için okunan absorbansa karşılık gelen derişim miktarı

2g /20 ml = Ekstrakte edilen örnek miktarının oranı

50 = Seyreltme faktörü

1000 =  $\mu\text{g/g}$ 'ı  $\text{mg/kg}$ 'a çevirme faktörü

### 3.4.2. Yoğurt Örneğinde Yapılan Analizler

#### 3.4.2.1. Titre Edilebilir Asitlik Tayini

Yoğurt örneğinde titre edilebilir asitlik miktarı, TSE Yoğurt Standard'ı (Anonymous, 1989)'na göre belirlenmiştir.

#### 3.4.2.2. Protein Miktarı Tayini

Yoğurt örneğinde protein miktarı, AOAC Metodu No. 16.036 (Anonymous, 1984)'ya göre belirlenmiştir.

### 3.4.3. Tarhana Formülasyonu ve Üretimi

Tarhana formülasyonu Çizelge 3.2.'de görülen formülasyona göre yapılmıştır.

**Çizelge 3.2.** Araştırmada kullanılan pirinç tarhana formülasyonu

Hammadde	Miktar (g)
Pirinç Unu	500
Yoğurt	400
Domates salçası	75
Yeşilbiber	50
Kırmızıbiber	50
Soğan	120
Maya	10
Toz biber	10
Tuz	40

Bu formülasyondaki pirinç ununa %20 veya %40 (w/w) oranında mercimek, bezelye veya nohut unları katılarak baklagil unları ile zenginleştirilmiş tarhana örnekleri üretilmiştir.

**Tarhana örneklerinin üretimi:** Kabukları soyulan soğanlar yıkanıp kuruduktan sonra birkaç parçaya bölünmüştür. Yeşil ve kırmızıbiberler yıkanıp kurutulmuştur. Ardından sapları ve tohumları ayrılmıştır. Hazırlanan sebzeler mutfak robotunda kıyıldıktan sonra (Raks-MR 1001, Turkey) salça, kırmızı toz biber ve tuz eklenerek

bir miktar daha karıştırılmıştır. Bu karışıma Çizelge 3.2' deki oranlarda unlar eklenmiş, yoğurt ve maya da ilave edilerek homojen bir hal alınca kadar karıştırmaya devam edilmiştir. Elde edilen karışım kapalı kaplara konulmuş ve 30°C'de 5 gün fermente edilmiştir. Fermentasyon sonrasında hamur küçük parçalar haline getirilip kurutma kâğıtlarının üzerine yerleştirildikten sonra fermentasyon kabininde oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır. Kurumayı kolaylaştırmak için tarhanalar ara sıra alt-üst edilmiştir. Kurutma işlemi boyunca 24 saatte bir karıştırılıp ufalanmıştır. Tamamen kurutulan tarhana örnekleri 1mm delik çaplı elekten geçirilip cam kavanozlara konulmuştur. Örnekler karanlık ortamda +4°C'de muhafaza edilmiştir.

#### **3.4.4. Tarhana Örneklerinde Yapılan Kimyasal Analizler**

##### **3.4.4.1. Asitlik Derecesi Tayini**

Tarhana örneklerinin fermentasyon gelişimi, örneklerin fermentasyona alındığı günden sonra 1. gün başlanmak üzere 48 saat aralıklarla asitlik yönünden takip edilmiştir.

Fermentasyon süresince hamur örneklerinde ve tüketime hazır tarhana örneklerinde asitlik tayini TSE Tarhana Standard'ı TS 2282 (Anonymous, 1981)'na göre yapılmıştır.

##### **3.4.4.2. Rutubet Miktarı Tayini**

Tarhana örneklerinde rutubet miktarı, AACC Metodu No. 44-01 (AACC, 2000)'e göre belirlenmiştir.

##### **3.4.4.3. Kül Miktarı Tayini**

Tarhana örneklerinde kül miktarı, AACC Metodu No:08-01 (AACC, 2000)'e göre belirlenmiştir. Yakma işlemi 525°C' de gerçekleştirilmiştir.

##### **3.4.4.4. Protein Miktarı Tayini**

Tarhana örneklerinde protein miktarı, AACC Metodu No. 46-12 (AACC, 2000) 'ye göre belirlenmiştir. Azotun proteine çevrilmesi için faktör, 5.95 olarak alınmıştır.

#### **3.4.4.5. pH Tayini**

Tüketime hazır tarhana örneklerinde pH tayini, İbanoğlu et al. (1995a)'a göre belirlenmiştir. 5 gr. tarhana örneği tartılıp, üzerine 100 ml distile su ilave edildikten sonra karıştırıcıda (Raks MR 1001) 3 dakika süre ile karıştırılmıştır. Elde edilen karışım Whatman No: 541 filtre kâğıdından süzölmüş ve süzöntünün pH'sı belirlenmiştir.

#### **3.4.5. Mikroviskoanalizör (RVA™) ile Tarhana Örneklerinin Çirişlenme Özelliklerinin Tayini**

Tarhana örneklerinin çirişlenme (pasting) özellikleri mikroviskoanalizör (Rapid ViscoAnalyzer=RVA-4, Newport Scientific, NSW, Australia) veri analiz yazılımı (Thermocline, Warriewood, NSW, Australia) kullanılarak incelenmiştir. Tarhana örnekleri öğütölüp 212 µm' lik eleklerden geçirildikten sonra Çizelge 3.1'deki pasting profili RVA'da 23 dakika testi ile belirlenmiştir. Dört tekrarın ortalaması alınmıştır.

#### **3.4.6 Renk Analizi**

Tarhana örneklerinin renkleri, Minolta spektrofotometre, CM-3600d kullanılarak belirlenmiştir. Tarhana örneklerinde renk tayini CIE L\*, a\* ve b\* renk sistemi kullanılarak yapılmıştır. Üçlü skalada L\*=100 beyaz, L\*=0 siyah; yüksek pozitif a\* kırmızı, yüksek negatif a\* yeşil, yüksek pozitif b\* sarı ve yüksek negatif b\* mavi olarak değerlendirilmiştir. Dört tekrarın ortalaması alınmıştır.

#### **3.4.7. İmmünolojik Yöntemle (ELISA) Tarhana Örneklerinin Gluten Miktarının Belirlenmesi**

Bu çalışmada pirinç unu ve farklı baklagil unları kullanılarak üretilen tarhana örneklerinde ELISA yöntemine dayalı immünolojik yöntemle (AOAC 991.19, 1991) gluten tayini gerçekleştirilmiştir. İki tekrarın ortalaması alınmıştır.

#### **3.4.8. Tarhana Çorbalarının Duyusal Özelliklerinin Tayini**

Duyusal değerlendirme 5 panelistle yapılmıştır. Tarhana örneklerinin duyusal analizleri, bu örneklerden ayrı ayrı hazırlanan çorbalar üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Bu amaçla, her tarhana örneği için, 40 gr tarhana 500 ml su içinde çözülmüş daha sonra karışıma bir miktar tuz ilave edilmiştir. Tat ve kokunun maskelenmemesi için hiçbir katkı maddesi kullanılmamıştır. Hazırlanan karışım çelik tencerede orta dereceli ateşte sürekli karıştırılarak 10 dakika süre ile (kaynama başladıktan sonra) pişirilmiştir. Pişirilen örnekler 80°C' de ve kâselerde panelistlere sunulmuştur. Çorbalarda renk, tat, koku, ağız hissi ve kıvam 5 puan üzerinden değerlendirilmiştir. Puanlama 1: Çok kötü, 2: Kötü, 3: Orta, 4: İyi, 5: Çok İyi olacak şekilde yapılmıştır.

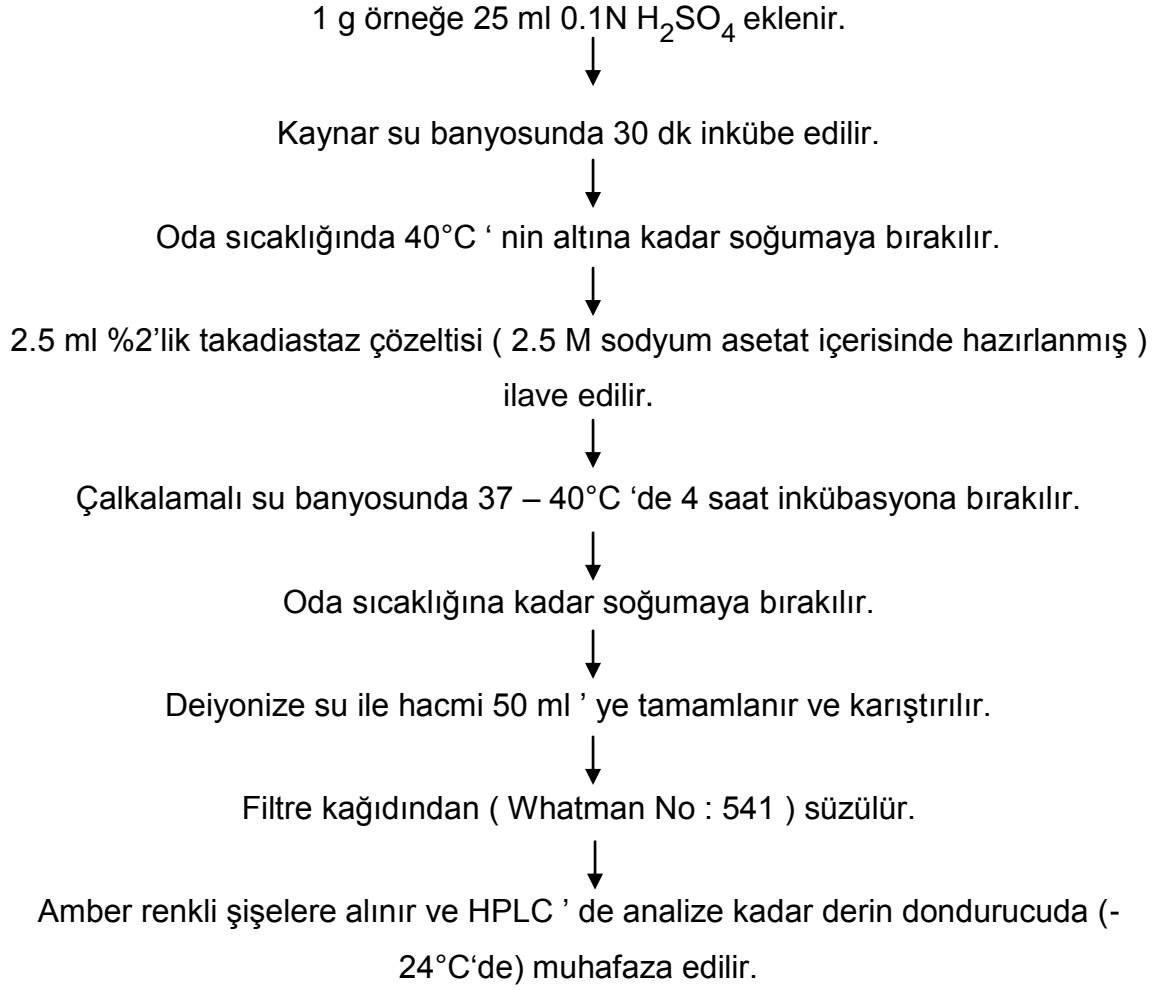
### **3.4.9. B Vitaminlerinin Analizleri**

Tarhana ve un örnekleri analiz yapılana kadar -24°C' de muhafaza edilmiştir. Örneklerin tiamin ve riboflavin içerikleri HPLC kullanılarak belirlenmiştir.

#### **3.4.9.1.Tiamin (Vitamin B<sub>1</sub>) ve Riboflavin (Vitamin B<sub>2</sub>) Tayini**

##### **Örnek Hazırlanışı:**

Test edilecek un ve tarhana örnekleri öğütülmüş ve homojen bir karışım elde edilmiştir. Örnekler miktar analizi öncesinde ekstraksiyon işlemi uygulanmıştır. Tiamin ve riboflavin analizi için ekstraksiyon AACC Metodu No. 86-80 ve 86-70 (AACC, 2000)'ye göre gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.2.). Tarhana örneklerinde dört tekrar yapılmıştır.



**Şekil 3.2.** Tiamin ve riboflavinin AACC Metodu No. 86-80 ve 86-70 (AACC,2000)'e göre tarhanadan ekstraksiyonu (Bilgi Boyacı, 2008).

**Kromatografik analiz:**

B<sub>1</sub> ve B<sub>2</sub> vitaminleri Finglas and Faulks (1984)'un Bilgi Boyacı (2008) tarafından modifiye edilen yöntemine göre aşağıdaki koşullarda HPLC ile belirlenmiştir. Vitamin stok ve standart çözeltilerinden tiamin hidroklorid suda, riboflavin ise metanol-su (30:70, v/v) çözeltisinde hazırlanmıştır.

**Kolon:** Poroshell 120 EC-C18 (4.6 mm x 150 mm, 2.7 µm) ters faz kolonu

**Kolon fırını sıcaklığı:** B<sub>1</sub> vitamini için 25°C, B<sub>2</sub> vitamini için ise 30°C' dir.

**Mobil faz çözeltisi:** metanol-su (30:70, v/v), izokratik

**Mobil faz akış hızı:** 0,7 ml/dk



**Enjeksiyon hacmi:** 20 µl

**Dedektör:** Floresans dedektör (eksitasyon ve emisyon dalgaboyları B<sub>1</sub> vitamini için 365 nm ve 435 nm, B<sub>2</sub> vitamini için ise 450 nm ve 510 nm'dir)

B<sub>1</sub> vitamininin belirlenebilmesi için analiz öncesinde floresans özellikteki türevi olan tiokroma dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu amaçla tiokrom oluşturma metodu (Şekil 3.3.) kullanılmıştır (Finglas and Faulks, 1984; Bilgi Boyacı, 2008).

5 ml ekstrakt üzerine 1 ml 0,03M potasyum ferrisiyanit çözeltisi ilave edilir.

↓  
Vorteks ile 1 dk karıştırılır.

↓  
1 dk karanlıkta ( amber renkli şişelerde) bekletilir.

↓  
0.2 µm lik filtreden geçirilerek HPLC 'de analizi yapılır.

**Şekil 3.3.** Tiokrom oluşturma metodu (Bilgi Boyacı, 2008).

#### **3.4.9.2. Validasyon Çalışmaları**

Metot validasyonu, kullanılacak olan analitik prosedürün istenilen amaca uygunluğunu doğrulayan prosestir (Ball, 2006). Validasyon çalışmaları kapsamında; cihazın tekrarlanabilirliği, yöntemin tekrarlanabilirliği, %geri kazanım, doğrusalılık, doğruluk, gözlenebilme sınırı (Limit of dedection/LOD) ve tayin sınırı (Limit of quantification/LOQ) değerleri hesaplanmıştır.

#### **Cihazın Tekrarlanabilirliği**

Cihazın tekrarlanabilirliğinde; aynı ekstraktla çalışılmakta ve elde edilen verilerin birbirine yakınlığı incelenmektedir. Böylece sadece cihazdan gelen değişim irdelenmektedir (Ball, 2006). Bu kriteri değerlendirmek amacıyla; tarhana örneği kullanılarak hazırlanan ekstrakt, HPLC ile 10 defa analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlarla varyasyon katsayısı (CV değeri) hesaplanarak cihazın tekrarlanabilirliği değerlendirilmiştir.

## **Yöntemin Tekrarlanabilirliği**

Tekrarlanabilirlik, kesinliğin (precision) bir ölçüsüdür. Kesinlik tekrarlanan ölçümlerde bulunan değerlerin birbirine yakınlığını ifade eder. Tekrarlanabilirlik, standart sapma, varyans veya varyasyon katsayısı (coefficient of variation/CV değeri) ile verilir. Yöntemin tekrarlanabilirliğinde, aynı matriks, aynı metot, aynı personel, aynı laboratuvar koşullarında fakat aynı matriksten, aynı yöntemle ve aynı koşullarda ekstrakte edilmiş farklı numuneler üzerinde çalışılmaktadır (Ball, 2006; Kütük, 2010). Bu amaçla; tarhana örneği kullanılarak 10 farklı ekstrakt hazırlanmış ve HPLC yöntemi ile analiz edilmiştir. Elde edilen bu sonuçlarla CV değeri hesaplanarak yöntemin tekrarlanabilirliği değerlendirilmiştir.

## **Geri Kazanım (Recovery)**

Geri kazanım, analizi yapılan maddenin gıda matriksine eklenmesiyle uygulanır. Bu uygulamada, farklı konsantrasyonlarda standart çözeltiler matrikse eklenir. Ekstraksiyon işlemi ile geri elde edilmesinden sonra miktarı belirlenerek standart çözeltideki miktarla karşılaştırılır ve sonuç %geri kazanım olarak verilir (Ball, 2006). Çalışmada geri kazanım kriterini belirlemek amacıyla, baklagil unu içermeyen pirinç tarhanası kullanılmıştır. Vitamin içeriği bilinen pirinç tarhanasına miktarın %50, %100 ve %150 katı oranlarında vitamin standartları eklenmiştir. Ekstraksiyon yapılmış ve HPLC ile analiz aşamaları sonucunda elde edilen değerler, beklenen miktarlarla karşılaştırılarak %geri kazanım değeri hesaplanmıştır.

## **Doğrusallık (Linearity)**

Doğrusallık kullanılan metodun, analizi yapılan analit derişimi ile orantılı olarak sonuç verebilme yeteneğidir. Belirtme katsayısı ( $R^2 =$  coefficient of determination) ile tanımlanır (Holcombe, 1998; Huber, 1998; Boyacıoğlu, 2005; Ball, 2006). Bu amaçla; vitamin standartları kullanılarak, biri çalışılan konsantrasyonu içine alan, diğeri ise farklı çalışma aralıklarındaki doğrusallığı gözlemek için düşük konsantrasyonları kapsayan iki adet 5 noktalı kalibrasyon eğrisi hazırlanmış ve belirtme katsayılarına ( $R^2$ ) bakılmıştır.

## Doğruluk (Accuracy)

Doğruluk değeri analitik bir metodun ölçümündeki hatasızlıktır. Sertifikalı referans madde kullanılarak veya çok iyi tanımlanmış, valide edilmiş bir metotla karşılaştırılarak belirlenebilir (Holcombe, 1998; Huber, 1998; Ball, 2006). Bu tez çalışmasında sertifikalı referans materyal içerisindeki B vitaminlerinin uygun ekstraksiyon işlemiyle elde edilerek HPLC ile tayin edilmesinin ardından bulunan değerler seritifikalı referans materyalin üzerinde belirtilen miktarlarla karşılaştırılmış ve sonuç %doğruluk olarak verilmiştir.

Sertifikalı referans materyallerin (BCR<sup>®</sup> 421 Tam Buğday Unu ve BCR<sup>®</sup> 121 Süt Tozu) vitamin içerikleri Çizelge 3.3' de verilmiştir. Matrikse daha yakın özelliklerde olduğu için tam buğday unu kullanılmaya çalışılmış fakat çalışılan B vitaminleri içerisinde sadece B<sub>1</sub> vitamini içerdiği belirtildiği için B<sub>2</sub> vitamini validasyonunda süt tozu ile çalışılmıştır.

**Çizelge 3.3.** Sertifikalı referans materyalleri; BCR<sup>®</sup>421 Tam Buğday Unu ve BCR<sup>®</sup>121 Süt Tozu B vitamini içerikleri

Vitamin	Referans Materyal	Sertifikada Belirtilen Miktar (mg/kg)
B <sub>1</sub> (tiamin)	BCR <sup>®</sup> 421 Tam Buğday Unu	4.63
B <sub>2</sub> (riboflavin)	BCR <sup>®</sup> 121 Süt Tozu	14.5

## Gözlenebilme Sınırı / Tayin Sınırı

Gözlenebilme sınırı (LOD: Limit of dedection): Zemin (baseline) gürültüsünden farklı olduğu tespit edilebilen fakat miktarı belirlenemeyen en küçük analit derişimidir (Ball, 2006).

Tayin sınırı (LOQ: Limit of quantification): Uygun doğruluk (accuracy) ve kesinlikle miktarı saptanabilen en küçük derişimdir (Ball, 2006).

Tez kapsamında, LOD ve LOQ değerlerini saptamak amacıyla; pirinç tarhanası matriks olarak kullanılmıştır. Tarhananın vitamin içeriği belirlendikten sonra; bu matrikse, kademeli olarak azalan konsantrasyonlarda standart vitamin çözeltileri

eklenmiş ve ekstraksiyon ile geri alınmıştır. Daha sonra HPLC metoduyla belirlenen değerden, tarhanada belirlenmiş olan ilk konsantrasyon değeri çıkarılarak tayin edilebilen en düşük konsantrasyon bulunmuştur. Bu belirlenen konsantrasyonda standart vitamin çözeltisi eklenmiş olan matriks, 10 kez HPLC ile analiz edilmiş ve verilerin standart sapması bulunmuştur. LOD değeri standart sapma 3 ile çarpılarak, LOQ değeri ise standart sapma 10 ile çarpılarak hesaplanmıştır (Holcombe, 1998; Huber, 1998; Boyacıoğlu, 2005; Ball, 2006).

#### **3.4.10. Toplam Besinsel Lif Miktarı**

Toplam besinsel lif içeriği Megazyme (Megazyme International Ireland Ltd., Ireland) firmasının toplam besinsel lif kiti kullanılarak tayin edilmiştir. Yöntem AOAC 991.43, AOAC 985.29, AACC 32-07 ve AACC 32-05 metotları modifiye edilerek elde edilen bir yöntemdir. Örneklerdeki nişasta ve proteinler sırasıyla  $\alpha$ -amilaz, proteaz ve amiloglukosidaz enzimleri ile uzaklaştırılmıştır.  $\alpha$ -amilaz ile 95-100 °C' de nişasta hidrolize edilmiş, proteaz ile 60 °C' de proteinler çözümlenmiş ve amiloglukosidaz ile 60 °C' de nişastanın glukoz birimlerine parçalanması sağlanmıştır. Çözünür liflerin çöktürülmesi ve protein ve glukoz birimlerinin ortamdan uzaklaştırılması amacıyla örneklere etanol eklenerek filtrasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Filtratlar etanol ve aseton ile yıkanmış besinsel lif miktarının belirlenmesi amacıyla 103 °C' de bir gece kurutulmuştur. Kurutma işleminden sonra 525 °C' de 2 saat bekletilmiştir. Toplam besinsel lif miktarını belirlemek amacıyla bir gece kurutma sırasında elde edilen kalıntı miktarından kül miktarı çıkarılarak % besinsel lif miktarı kuru madde üzerinden hesaplanmıştır. Tarhana örneklerinde dört tekrar yapılmıştır.

#### **3.4.11. Toplam Fenolik Madde Miktarı**

Toplam fenolik madde miktarı Folin-Ciocalteu reaktifi kullanılarak belirlenmiştir. Öğütülmüş örnekler (0.5g) 10 ml % 80'lik metanol çözeltisi ile 30 dakika çalkalanarak ekstrakte edilmiştir. Karışımlar 6000 rpm' de 20 dakika santrifüj edilmiş ve ardından supernatantlar toplanmıştır.

Reaksiyon karışımı 250µl ekstrakt, 250µl seyreltilmiş Folin-Ciocalteu reaktifi ve 500 µl sodyum karbonattan oluşmuştur. Karışımın hacmi distile su ile 5 ml' ye

tamamlanmış ve karıştırıldıktan sonra karanlıkta 30 dakika inkübe edilmiştir. 6000 rpm'de 10 dakika santrifüj edildikten sonra 725 nm' de absorbans ölçülmüştür. Gallik asit standart olarak kullanılmış ve sonuçlar gallik asit ekuvalenti olarak verilmiştir (Ragae et al., 2006). Tarhana örneklerinde dört tekrar yapılmıştır.

### 3.4.12. Troloks Eşdeğer Antioksidan Kapasite

Troloks eşdeğer antioksidan kapasite Serpen et al. (2008) metoduna göre belirlenmiştir. ABTS [2–2 azinobis (3-methybenzothiazoline-6-sulfonate)] stok çözeltisi 7mM ABTS çözeltisinin 2.45mM potasyum persülfat çözeltisi ile reaksiyonu sonucu elde edilmiştir. Ardından ABTS stok çözeltisi etanol: su (50:50, v/v) ile 734 nm' de absorbansı  $0.70 \pm 0.02$  olacak şekilde seyreltilmiştir. Örnekler öğütüldükten sonra 10 mg örnek Falcon tüpüne alınıp üzerine 10 ml seyreltilmiş ABTS çözeltisi eklenmiştir. Çalkalamanın ardından karışım 12000 rpm'de 3 dakika santrifüj edilmiştir. Supernatant absorbansı ölçülüp % inhibisyon hesaplanmıştır. Kalibrasyon eğrisi yardımı ile TEAK (Troloks Eşdeğer Antioksidan Kapasite) belirlenmiştir. Tarhana örneklerinde dört tekrar yapılmıştır.

$$\text{Antioksidan Aktivite} = \frac{\frac{(C-D)}{C} \times 100}{m(\text{eğim})} \times \text{Örnek miktarı(mg) x seyreltme faktörü}$$

( $\mu\text{g Trolox/ mg örnek}$ )

C = Reaksiyon sonunda 734nm dalga boyunda çalışma çözeltisinden okunan absorbans değeri.

D = Reaksiyon süresi sonunda 734nm dalga boyunda örnekten okunan absorbans değeri.

m = Trolox standart grafiğinde hesaplanan eğim.

### **3.4.13. İstatistiksel Analiz**

Araştırma sonuçları SPSS 16.0 istatistik analiz programı kullanılarak tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirilmiştir. Farklar önemli bulunduğunda ortalamalar Duncan testi kullanılarak karşılaştırılmıştır.

## 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

### 4.1. Glutensiz Tarhana Örneklerinin Bileşimleri

Tarhana formülasyonu Yalçın et al. (2008)' e esas alınarak yapılmıştır. Buna göre kontrol tarhanasının yapımında; 500g pirinç unu, 400g yoğurt, 75g salça, 50g yeşil sivri biber, 50g kırmızı salçalık biber, 120g kuru soğan, 10g kırmızı toz biber, 40g tuz ve 10g maya kullanılmıştır. Diğer tarhana örneklerine pirinç ununun yanı sıra mercimek, bezelye veya nohut unlarından %20 ve %40 oranlarında ilave edilmiştir.

### 4.2. Un Örneklerinin Kimyasal Özellikleri

Tarhana üretiminde kullanılan pirinç unu ve farklı baklagil unu örneklerinin kimyasal özellikleri Çizelge 4.1.'de görülmektedir.

**Çizelge 4.1.** Un örneklerinin kimyasal özellikleri

Un Örnekleri	Rutubet Miktarı (%) <sup>a</sup>	Kül Miktarı (%) <sup>a</sup>	Protein Miktarı (%) <sup>b</sup>
Pirinç unu	12.30±0.257	0.51±0.005	7.66±0.076
Mercimek unu	10.26±0.059	2.55±0.035	27.33±0.328
Bezelye unu	8.84±0.030	2.69±0.008	26.70±0.306
Nohut unu	9.14±0.078	2.86±0.048	22.41±0.070

<sup>a</sup> Değerler üç tekrarın ortalamasıdır ve standart sapmaları ile verilmiştir.

<sup>b</sup> Değerler iki tekrarın ortalamasıdır ve standart sapmaları ile verilmiştir.

\*Sonuçlar kuru madde esasına göre hesaplanmıştır.

Protein miktarı tespitinde pirinç unu için 5.95; baklagil unları için 6.25 faktörleri kullanılmıştır.

Hububat ve ürünlerinde kül, yakma sonucu geride kalan mineral maddelerin oluşturduğu kalıntıdır. Bu araştırmada, en yüksek kül miktarı % 2.86 ile nohut ununda tespit edilmiştir. En düşük kül miktarı ise % 0.51 ile pirinç ununda tespit edilmiştir. Literatür incelendiğinde kül içeriğinin bezelyede % 3.81-4.05, nohutta % 2.48-3.4 ve mercimekte % 1.46-4.16 arasında olduğu görülmektedir (Boye et al., 2009). Pirinç ununda Yalçın et al. (2008) kül miktarını % 0.49 olarak saptamıştır. Juliano et al. (1985), öğütülmüş pirinçte kül içeriğinin % 0.3-0.8 aralığında olduğunu belirtmiştir. Riahi and Ramaswamy (2003), kül içeriğini

nohutta % 2.7, mercimekte % 2.6 olarak belirtmiştir. Bu çalışma kapsamında kullanılan unların kül içerikleri bu aralıklar ile uyumludur.

Un örneklerinde, en yüksek protein miktarı % 27.33 ile mercimek ununda, en düşük protein miktarı ise % 7.66 ile pirinç ununda bulunmuştur. Literatürde protein miktarının bezelyede % 19.4-34.7, nohutta %18.4-29.0 ve mercimekte %26.4-31.4 arasında olduğu belirtilmiştir (Boye et al., 2009). Bu çalışmada elde edilen protein değerleri bu aralıklardadır. Peşken ve ark., (2005) çalışmasında protein miktarını mercimekte % 26, nohutta % 19, bezelyede % 25 olarak saptamıştır. Riahi and Ramaswamy (2003), protein miktarını mercimekte % 24.7, nohutta % 19.5 olarak belirtmiştir. Pirinç ununda Yalçın et al. (2008) protein miktarını % 6.9 olarak saptamıştır. Juliano et al. (1985), öğütülmüş pirinçte protein içeriğinin % 6.3-7.1 aralığında olduğunu belirtmişlerdir.

### 4.3. Un Örneklerinin Renk Özellikleri

Tarhana üretiminde kullanılan un örneklerine ait CIE L\*, a\* ve b\* renk değerleri Çizelge 4.2.'de verilmiştir.

**Çizelge 4.2.** Un örneklerine ait renk değerleri.

Un Örnekleri	L* <sup>a</sup>	a* <sup>a</sup>	b* <sup>a</sup>
Pirinç unu	90.25±0.909	-0.54±0.004	5.70±0.064
Mercimek unu	85.37±0.099	10.22±0.060	18.87±0.407
Bezelye unu	80.47±0.520	-4.78±0.145	19.48±0.799
Nohut unu	87.03±0.011	2.07±0.035	19.71±0.311

<sup>a</sup> Değerler dört tekrarın ortalamasıdır ve standart sapmaları ile verilmiştir.

CIE L\*, a\* ve b\* renk değerlerinden oluşan üçlü skalada L\*=100 beyaz, L\*=0 siyah; yüksek pozitif a\* kırmızı, yüksek negatif a\* yeşil, yüksek pozitif b\* sarı ve yüksek negatif b\* mavi olarak değerlendirilmiştir.

Pirinç ununun L\* değeri en yüksektir. En beyaz unun pirinç unu olması, bu sonucu doğrulamaktadır. Yalçın et al. (2008)'un çalışmasında belirtilen pirinç ununun renk özellikleriyle de uyumludur. En yüksek a\* değeri mercimekte elde edilmiştir. Bu mercimeğin kırmızılığından kaynaklanmaktadır. En yüksek -a\* değeri bezelyede elde edilmiştir. Bezelyenin yeşil rengi, bu sonucu desteklemektedir. En yüksek



pozitif b\* nohut ununda elde edilmiştir. Nohutunun sarı rengi bu durumu açıklamaktadır. Un örneklerinin renk özellikleri arasında görülen farklılığın, onların renk pigmentleri ve pigment miktarlarındaki farklılıklar ve öğütme özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

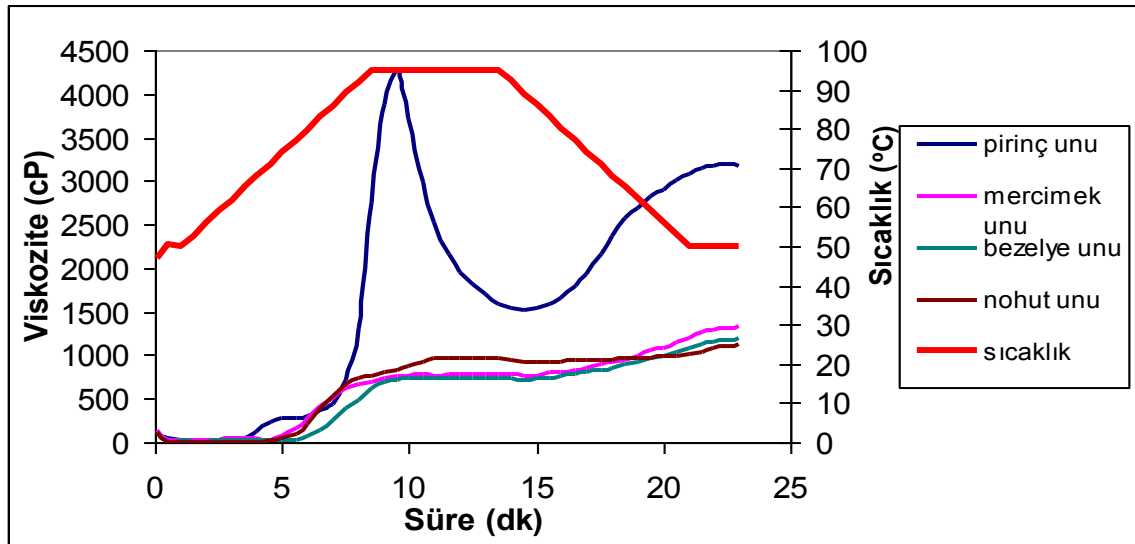
#### 4.4. Un Örneklerinin Mikroviskoanalizör (RVA™) ile Belirlenen Çirişlenme Özellikleri

Tarhana üretiminde kullanılan piriç unu ve farklı baklagil unu örneklerinin çirişlenme özellikleri Çizelge 4.3.'de görülmektedir.

**Çizelge 4.3.** Un örneklerinin viskozite özellikleri

Un Örnekleri	Pik Viskozitesi <sup>a</sup>	Karıştırma ile viskozite azalması <sup>a</sup>	İnceleme sonrası viskozite <sup>a</sup>	Son Viskozite <sup>a</sup>	Katılma <sup>a</sup>
Piriç unu	4234.5±27.58	1648.5±41.72	2586.0±69.30	3221.5±43.13	1573.0±1.41
Mercimek unu	847.5±7.78	814.5±9.19	33.0±1.41	1432.0±21.21	617.5±12.02
Bezelye unu	769.5±27.58	750.0±26.87	19.5±0.71	1244.0±32.53	494.0±5.66
Nohut unu	870.5±16.26	829.5±19.09	41.0±2.83	1041.0±19.80	211.5±0.71

<sup>a</sup> Değerler iki tekrarın ortalamasıdır ve standart sapmaları ile verilmiştir.



**Şekil 4.1.** Piriç unu ve baklagil unlarının RVA grafiği

Çizelge 4.3. incelendiğinde; pirinç ununun pik viskozitesi ve son viskozite değerleri en yüksektir. En düşük pik viskozitesi değeri bezelye ununda, en düşük son viskozite değeri ise nohut ununda tespit edilmiştir. Baklagil unlarının viskozite özellikleri birbirine yakındır. Ancak pirinç ununun pik viskozitesi, inceltme sonrası viskozite ve son viskozite değerleri baklagil unlarından oldukça yüksektir. Şekil 4.1’deki pirinç unu ve farklı baklagil unlarının RVA grafiğinde bu fark açıkça görülmektedir. Çalışmamızda pirinç unu için elde edilen bu sonuçlar Yalçın et al. (2008), pirinç unu özellikleri ile uyumludur.

Chung et al. (2008) tarafından bezelye, mercimek ve nohut unlarının farklı çeşitlerinde yaptıkları çalışmada aynı baklagillerin değişik çeşitleri arasında nişastanın çirilenme özellikleri açısından farklılık olabileceğini göstermişlerdir. Unların yüksek viskozite sıcaklığına; düşük pik viskozitesi, katılma ve son viskozite değerlerine sahip olmasının, unların düşük şişme kabiliyetine ve yüksek protein içeriğine sahip olmasından kaynaklandığını saptamışlardır. Yüksek miktarda proteinin, protein-nişasta etkileşiminin artmasına sebep olabileceğini belirtmişlerdir.

#### **4.5. Un Örneklerinin İmmünojenik Yöntemle (ELISA) Belirlenen Gluten Değerleri**

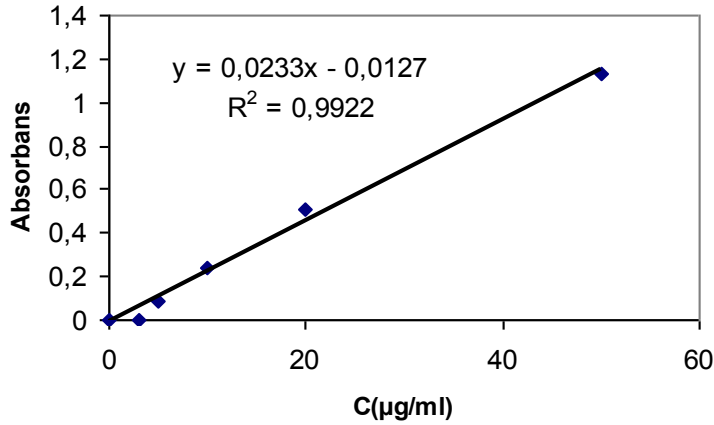
Tarhana üretiminde kullanılan pirinç unu ve farklı baklagil unu örneklerinin gluten miktarları Çizelge 4.4.’de görülmektedir. Gliadin standardına ait kalibrasyon eğrisi Şekil 4.2.’de yer almaktadır.

**Çizelge 4.4.** Un örneklerinin gluten miktarları

<b>Un Örnekleri</b>	<b>Gluten miktarı (ppm) <sup>a</sup></b>
Pirinç unu	<1
Mercimek unu	10.20
Bezelye unu	<1
Nohut unu	7.93

<sup>a</sup> Değerler iki tekrarın ortalamasıdır.

### Absorbans-C( $\mu\text{g/ml}$ ) Grafiği



**Şekil 4.2.** Gliadin standardına ait kalibrasyon eğrisi

Pirinç unu ve bezelye ununda gluten miktarı belirlenebilecek limitin altındadır. Mercimek ve nohut unlarında ise Türk Gıda Kodeksi No:2003/33 Tebliğine göre gluten miktarı 20ppm' den düşük olduğu için glutensiz sınıfına girmektedir.

Pirinç unu pirincin, bezelye unu ise kuru bezelyenin tarafımızca öğütülmesinden elde edilmiştir. Mercimek unu ve nohut unu ise piyasadan temin edilmiştir. Glutensiz ürünler için hammaddeler öğütülürken kullanılan ekipmanların dikkatlice temizlenmesi gerekmektedir. Piyasadan temin edilen mercimek ve nohut unlarında limitin altında da olsa gluten bulunmasına öğütme sırasındaki bulaşların sebep olabileceği düşünölmektedir.

#### 4.6. Yoğurt Örneğinin Kimyasal Özellikleri

Tarhanaların üretiminde kullanılan yoğurt örneğinin kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.5.'de gösterilmiştir.

**Çizelge 4.5.** Yoğurt örneğinin kimyasal özellikleri

Örnek	Protein Miktarı <sup>a</sup> (%, $N \times 6.38$ )	Titrasyon Asitliği <sup>b</sup> (%)
Yoğurt	4.53 $\pm$ 0.038	1.46 $\pm$ 0.015

<sup>a</sup> Değerler iki tekrarın ortalamasıdır ve standart sapmaları ile verilmiştir.

<sup>b</sup> Değerler üç tekrarın ortalamasıdır ve standart sapmaları ile verilmiştir.

TS 1330 Yoğurt Standardı (Anonymous, 1989)'na göre yoğurtta titre edilebilir asitliğin, laktik asit cinsinden kütlice % 0.80'den az ve % 1.60'dan fazla olmaması gerektiği belirtilmektedir. Buna göre üretimde kullanılan yoğurt örneği titre edilebilir asitlik cinsinden TS 1330 Yoğurt Standardı (Anonymous, 1989)'na uygundur.

#### **4.7. Tarhana Örneklerinin Fermentasyon Süresince Asitlik Değerleri**

Pirinç unu ve farklı baklagil unları kullanılarak üretilen tarhana örneklerinin asitlik değerlerinde fermentasyon süresince 48 saat aralıklarla meydana gelen değişimler ölçülmüş ve sonuçlar Çizelge 4.6.'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.6. incelendiğinde; pirinç tarhanası ile mercimek unu katkılı tarhana örneklerinde fermentasyonunun 1. gününde istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur. Ancak fermentasyonun 1. gününde bezelye ve nohut unu katkılı tarhana örnekleri pirinç tarhanasına göre istatistiksel olarak önemli farklılık göstermektedir ( $p < 0.05$ ). Fermentasyonun 3. ve 5. günlerinde baklagil unu katkılı tarhana örneklerinin tamamı pirinç tarhanasına göre istatistiksel olarak farklılık göstermektedir ( $p < 0.05$ ). Baklagil unu katkılı tarhana örneklerinde fermentasyonun 3. ve 5. günlerinde daha yüksek asitlik değerlerine ulaşılmıştır. En yüksek asitlik değeri fermentasyonun 5. gününde %40 mercimek unu katkılı tarhana örneğinde %19.68 olarak belirlenmiştir. Bezelye unu katkılı tarhana örneklerinin 3. günündeki asitliği dışında %20 ve %40 katkılı örnekler kendi içlerinde titrasyon asitliği açısından istatistiksel olarak önemli bir fark göstermemektedir. Baklagil unlarının (Iqbal et al., 2006), pirinç ununa (Juliano et al., 1985) göre daha fazla yağ içeriğine sahip olması ve bunun hidrolizi ile oluşan serbest yağ asitlerinin baklagil unu katkılı tarhanalarda asitliği arttırdığı düşünülmektedir. Ayrıca baklagil unlarındaki şeker kaynaklarının laktik asit bakterilerinin gerçekleştirdiği laktik asit fermentasyonu sırasında kullanılmasının da etkili olabileceği düşünülmektedir.

Bu çalışmada tarhana örneklerinde fermentasyon süresince asitlik değerleri genel olarak düzenli bir artış göstermektedir (Çizelge 4.6.). Ekinci (2005) ve Erbaş et al. (2006) fermentasyon süresince asitlik değerinde artış olduğunu belirtmişlerdir. İbanoğlu et al. (1995a) farklı formülasyonlarda hazırladıkları tarhanalarda fermentasyonun birinci gününde hızlı bir asitlik gelişimi olduğunu ve fermentasyonun üçüncü gününden sonra sabit kaldığını belirtmişlerdir. Temiz ve

Pirkul (1991) fermentasyon süresince asitlik artışının meydana gelmesinin laktik asit bakterilerinin aktivitelerini belli düzeylerde sürdürdüğüne işaret ettiğini belirtmişlerdir.

**Çizelge 4.6.** Pirinç unu ve farklı baklagil unu katkı tarhana örneklerinin asitlik değerlerinde fermentasyon süresince meydana gelen değişimler

Tarhana örnekleri	Oran (%)	1. GÜN <sup>a</sup>	3.GÜN <sup>a</sup>	5.GÜN <sup>a</sup>
	0	6.78a	10.23b	13.71b
Mercimek Unu Katkılı	20	7.01a	12.37a	18.26a
	40	7.42a	13.57a	19.68a
	0	6.78b	10.23c	13.71b
Bezelye Unu Katkılı	20	7.99a	12.95b	17.62a
	40	8.12a	14.62a	18.69a
	0	6.78b	10.23b	13.71b
Nohut Unu Katkılı	20	7.97a	12.89a	18.05a
	40	8.03a	13.21a	18.60a

<sup>a</sup> Değerler dört tekrarın ortalamasıdır.

Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05).

#### 4.8. Tarhana Örneklerinin Kimyasal Özellikleri

Pirinç unu ve farklı baklagil unları kullanılarak hazırlanan tarhana örneklerinin kimyasal özellikleri Çizelge 4.7. ve 4.8.'da görülmektedir.

##### 4.8.1. Rutubet Miktarı

Pirinç unu ve farklı baklagil unları kullanılarak üretilen tarhana örneklerinin rutubet değerleri Çizelge 4.7.'de görülmektedir. Tarhana örneklerinin rutubet değerleri % 8.74 ile % 9.17 arasında değişmektedir. TS 2282 Tarhana Standardı (Anonymous, 1981)'nda tarhanadaki rutubet miktarının en çok % 10 olması gerektiği belirtilmektedir. Bu araştırmada pirinç unu ve farklı baklagil unları ile hazırlanan tarhanaların % rutubet değerleri bu koşula uymaktadır. Akbaş ve Coşkun, (2006) rutubetin düşük olması tarhanayı bozulmaya neden olan ve patojen mikroorganizmalar için elverişsiz bir ortam haline getirdiğini belirtmiştir.

Bunun yanında higroskopik özellikte olmaması tarhananın 1-2 yıl bozulmadan depolanabilmesine olanak sağlamaktadır. Temiz ve Pirkul (1991) tarhana örneklerinin rutubet miktarlarında gözlemlenen değişikliğin, tarhananın bileşiminde yer alan hammaddenin özelliğine ve ürünün kurutma tekniğine bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Elde edilen veriler yapılan diğer çalışmalarla da uyumludur (İbanoğlu, 1995a; Erkan, 2004; Özdemir et al., 2007; Yalçın et al., 2008).

**Çizelge 4.7.** Pirinç unu ve farklı baklagil unu kullanarak üretilen tarhana örneklerinin rutubet değerleri

Tarhana örnekleri	Oran (%)	Rutubet Miktarı <sup>a</sup> (%)
	0	8.92±0.134
Mercimek Unu Katkılı	20	8.75±0.080
	40	8.74±0.085
	0	8.92±0.134
Bezelye Unu Katkılı	20	8.93±0.090
	40	9.07±0.133
	0	8.92±0.134
Nohut Unu Katkılı	20	8.95±0.133
	40	9.17±0.231

<sup>a</sup> Değerler üç tekrarın ortalamasıdır ve standart sapmaları ile verilmiştir.

#### 4.8.2. Kül Miktarı

Pirinç unu ve farklı baklagil unları kullanılarak üretilen tarhana örneklerinin kül değerleri Çizelge 4.8.'de görülmektedir. Tarhana örneklerinin kül değerleri % 7.73 ile % 8.71 arasında değişmektedir. En düşük kül miktarı % 7.73 ile pirinç tarhanasında, en yüksek kül miktarı ise % 8.71 ile %40 nohut unu katkı tarhanada bulunmuştur. Baklagil unlarının pirinç ununa göre daha fazla kül içermesi, aynı zamanda nohutunun diğer baklagil unlarına göre daha yüksek miktarda kül içermesi nedeniyle %40 nohut unu katkı tarhanada daha fazla kül miktarı saptanmıştır. %20 mercimek ve bezelye unu katkı tarhana örnekleri dışında pirinç tarhanasına göre baklagil un katkı tarhana örneklerinin kül içeriği

arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p < 0.05$ ). Baklagil unu miktarı arttıkça kül içeriği de artmaktadır.

Dalgıç and Belibağlı (2008), yaptıkları çalışmada buğday unundan elde edilen tarhana örneğinin kül içeriği % 6.2 olarak saptamışlardır. Bozkurt and Gürbüz (2008), kuru ve dondurulmuş tarhana örneklerinde kül içeriğini % 8.55-8.86 aralığında belirlemiştir. Özbilgin (1983), mercimek ve nohut katkılı tarhana örneklerinde kül miktarının yüksek çıkmasının, mercimek ve nohudun kül içeriklerinin yüksek olmasından kaynaklandığını belirtmiştir. Türker ve Elgün (1995), baklagil unu katkılı buğday tarhanalarında toplam kül içeriğinin arttığını ifade etmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen veriler geleneksel buğday unu tarhanasıyla yapılan çalışmalardan biraz daha yüksek olmakla birlikte, değerlerle uyum içerisinde olduğu görülmektedir.

#### **4.8.3. Protein Miktarı**

Pirinç unu ve farklı baklagil unları kullanılarak üretilen tarhana örneklerinin protein miktarı değerleri Çizelge 4.8.'de görülmektedir. En düşük protein miktarı % 10.30 ile pirinç tarhanasında, en yüksek protein miktarı ise % 15.39 ile %40 mercimek un katkılı tarhanada saptanmıştır. Tarhana örneklerinin protein miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p < 0.05$ ). Pirinç tarhanasına göre baklagil unları katkılı tarhana örneklerinin protein miktarı daha yüksektir. Aynı zamanda baklagil unu ilavesi arttıkça protein miktarı da artmıştır. Pirinç tarhanası dışında diğer tarhana örnekleri TS 2282 Tarhana Standardı (Anonymous, 1981)'nda belirtilen "tarhanadaki protein miktarı kuru maddede en az % 12 olmalıdır" koşuluna uymaktadır.

Dalgıç and Belibağlı (2008), buğday unundan elde edilen tarhananın protein içeriğini % 16 olarak belirlemiştir. Bozkurt and Gürbüz (2008), çalışmasında kuru ve dondurulmuş tarhana örneklerinde protein içeriğini %14.48-15.60 aralığında saptamıştır. Farklı formülasyonlarda hazırlanan tarhanalarla yapılan çeşitli çalışmalarda protein değerleri farklı düzeylerde bulunmuştur (Köse and Çağındı, 2002; Göçmen ve ark., 2003; Erkan, 2004; Erkan et al., 2006; Özdemir et al., 2007; Bilgiçli, 2009). Yapılan çalışmalarda bu farklılığın, esas olarak tarhana üretiminde kullanılan yoğurt tipi ve miktarından kaynaklanabileceği (Yücecan ve

ark., 1988; Temiz ve Pirkul, 1991) gibi kısmen farklı tahıl ve baklagil unlarının özelliklerine de bağlı olduğu (Öner et al., 1993; Köse and Çağındı, 2002) belirtilmektedir. Bu araştırmada tarhanaların üretiminde kullanılan ve protein yönünden zengin olan yoğurdun çeşidi ve miktarı değiştirilmemiştir. Bu nedenle tarhana örneklerinin protein içeriklerindeki farklılıkların, bileşimlerinde bulunan farklı un çeşitlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

**Çizelge 4.8.** Pirinç unu ve farklı baklagil unları kullanarak üretilen tarhana örneklerinin kül, protein, titrasyon asitliği ve pH değerleri

Tarhana örnekleri	Oran (%)	Kül miktarı <sup>a</sup> (%) <sup>*</sup>	Protein miktarı <sup>a</sup> (%) <sup>*</sup>	Titrasyon Asitliği <sup>a</sup> (%)	pH <sup>a</sup>
Mercimek Unu Katkılı	0	7.73b	10.30c	26.18b	4.32a
	20	8.11ab	13.10b	28.16b	4.33a
	40	8.46a	15.39a	32.57a	4.36a
Bezelye Unu Katkılı	0	7.73b	10.30c	26.18b	4.32a
	20	8.17ab	12.93b	28.57ab	4.34a
	40	8.68a	15.35a	29.49a	4.36a
Nohut Unu Katkılı	0	7.73c	10.30c	26.18b	4.32a
	20	8.38b	12.86b	29.57ab	4.33a
	40	8.71a	13.77a	32.24a	4.35a

<sup>a</sup> Değerler dört tekrarın ortalamasıdır.

<sup>\*</sup> Sonuçlar kuru madde esasına göre hesaplanmıştır.

Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05).

#### 4.8.4. Asitlik Derecesi

Pirinç unu ve farklı baklagil unları kullanılarak üretilen tarhana örneklerinin asitlik derecesi değerleri Çizelge 4.8.'de görülmektedir. Tarhana örneklerindeki asitlik dereceleri % 26.18 ile % 32.57 arasında değişmektedir. TS 2282 Tarhana Standardı (Anonymous, 1981)'nda tarhanadaki "% 67'lik etil alkole geçen asitlik derecesi en az 15 en çok 40 olması gerektiği belirtilmektedir. Tarhana örneklerinin asitlik derecesi verileri istenilen sınırlar arasındadır. En yüksek asitlik dereceleri %40 oranında mercimek ve nohut unu katkı tarhanalarında belirlenirken, en düşük asitlik derecesi değeri pirinç tarhanasında belirlenmiştir. Pirinç tarhanasına



göre %40 baklagil unu katkılı tarhana örneklerinin asitlik dereceleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p < 0.05$ ). Baklagil unu ilavesi asitliği arttırmıştır. Daha önce tarhana örneklerinin asitlik değerlerinde fermentasyon süresince meydana gelen değişimler bölümünde de belirtildiği gibi, baklagil unlarının (Iqbal et al., 2006), pirinç ununa (Juliano et al., 1985) göre daha fazla yağ içeriğine sahip olması ve bunun hidrolizi ile oluşan serbest yağ asitlerinin baklagil unu katkılı tarhanalarda asitliği arttırdığı düşünülmektedir. Ayrıca baklagil unlarındaki şeker kaynaklarının laktik asit bakterilerinin gerçekleştirdiği laktik asit fermentasyonu sırasında kullanılmasının da etkili olabileceği düşünülmektedir.

Koca ve Tarakçı (1997) çalışmalarında buğday ve mısır unları kullanılarak üretilen tarhana örneklerinde asitlik derecesini % 22.43-27.29 değerleri arasında saptamıştır. Ertaş et al. (2009), buğday unu kullanılan tarhanalarda asitlik derecesini % 14.88-21.87 aralığında belirlemiştir. Üretimde kullanılan yoğurt çeşidinin (işletme tipi ve torba yoğurdu), tarhanaların asitlik derecesi değerlerinde farklılığa neden olduğunu bildirmektedir (Temiz ve Pirkul, 1990; 1991). Bu çalışmada; tarhana üretiminde tek tip ve aynı miktarda yoğurt kullanılmıştır. Bu nedenle, tarhana örneklerinin asitlik derecesi değerlerindeki farklılıkların, üretimde kullanılan farklı baklagil unlarına bağlı olarak ortaya çıktığı düşünülmektedir. Bu durum, tarhana bileşiminin iki temel hammaddesi olan yoğurt ve baklagil ununun çeşit ve miktarının asitlik derecesinde etkili olabileceği fikrini vermektedir.

Farklı baklagil unları ile hazırlanan tarhana örneklerinin asitlik değerlerinde fermentasyon süresince meydana gelen değişimler (Çizelge 4.6) ile son ürünün asitlik değerleri (Çizelge 4.8) karşılaştırıldığında fermentasyonun bitiminden örneklerin kurutulup öğütülmesine kadar geçen sürede belli bir asitlik gelişimi olduğunu göstermektedir. Temiz ve Pirkul (1991) farklı tarhana örneklerinde fermentasyonun bitiminden analizlerin yapıldığı ana kadar geçen sürede belli bir asitlik gelişimi görüldüğünü ve bu durumun, geçen süre içinde laktik asit bakterilerinin aktivitelerini belli düzeylerde sürdürmesine bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Çopur ve ark. (2001), aynı formülasyona göre üretilmiş olan tarhanalarda dondurulmuş örneklerin asitlik derecelerinin, kurutulup öğütülmüş örneklerden daha düşük olduğunu belirterek, bu durumu örneklerin kurutulması

esnasında az da olsa fermentasyonun devam etmesi nedeniyle asitliğin yükselmesi şeklinde açıklamışlardır.

#### **4.8.5. pH**

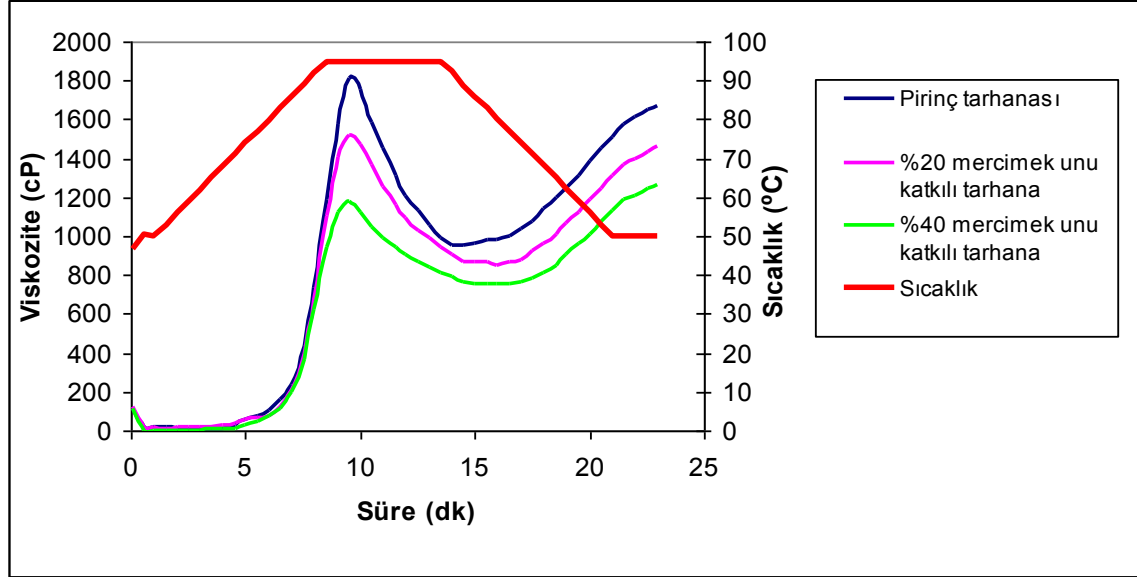
Pirinç unu ve farklı baklagil unları kullanılarak üretilen tarhana örneklerinin pH değerleri Çizelge 4.8.'de görülmektedir. Tarhana örneklerinin pH değerleri 4.32 ile 4.36 arasında değişmektedir. Tarhana örneklerinin pH değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Erkan et al. (2006) çalışmasında tarhanaların pH'larını 4.59-4.81 aralığında belirlemiştir. Özdemir et al. (2007), pH değerlerini 3.5-5.0 arasında değiştiğini göstermiştir. Yalçın et al. (2008), buğday, mısır ve pirinç tarhanası örneklerinde pH'ı 4.48 ile 4.51 değerleri arasında saptamışlardır. Çalışmamızda elde edilen pH verileri literatürde belirtilen değerlerle uyumludur.

#### **4.9. Tarhana Örneklerinin Mikroviskoanalizör (RVA™) ile Belirlenen Çirişlenme Özellikleri**

“Rapid Visco Analyser”(RVA), nişasta, tahıl, un gibi hububat ve gıda ürünlerinin çirişlenme özelliklerini belirlemede kullanılan popüleritesi gittikçe artan çok yönlü bir cihazdır. RVA hızlı ve basit uygulamayla viskozimetrik veri edinme aracıdır. Bu cihaz yalnızca analiz için gerekli az miktarda örneğe ihtiyaç duymaktadır. Karıştırma, ölçme, ısıtma ve soğutma profilleri kullanılmaktadır (Crosbie and Ross, 2007).

Nişasta granülleri suda çözünmezler. Ancak bağıl nemi yüksek bir ortamda bekletildiklerinde veya su ile temas ettirildiklerinde suyu adsorbe ederek şişerler. Yüksek sıcaklıklara ısıtma nişastada geri dönüşümsüz değişikliklere neden olur. Bu değişiklikler sonucunda nişasta granülünün düzenli yapısı bozulur ve polarize ışık mikroskobunda gözlenen malta haçı görüntüsü kaybolur. Bu olaya jelatinizasyon denir (Köksel, 2005). Tarhana örneklerinde kalitenin belirlenmesi için kullanılan parametrelerden birinin viskozite olduğu bilinmektedir. Nişasta gıdaların viskozite özellikleri üzerinde önemli etkiye sahiptir. Tarhanada viskoz, kıvamlı bir yapının oluşması nişastanın kıvam arttırıcı özelliğinden kaynaklanmaktadır. Bu nedenlerle tarhana örneklerinde jelatinizasyon ve

çirilenme özellikleri incelenmiştir. Nişastanın yanı sıra amilazlar, lipidler, protein, iyonlar, pentozanlar ve gamlar gibi ortamda bulunan bileşenler de viskozite özelliklerini etkilemektedir (Erkan, 2004).



**Şekil 4.3.** Pirinç tarhanası, %20 ve %40 mercimek unu katkı tarhana örneklerinin RVA grafiği

Nişastanın çirilenmeye başlamasıyla viskozitesi yükselmeye başlar. Çirilenmenin başladığı bu sıcaklığa jelinizasyon sıcaklığı denir. Bu sıcaklık nişastanın pişmeye başlaması için gerekli olan minimum sıcaklık demektir. Nişasta tanecikleri boyut olarak heterojen olduklarından belirli bir sıcaklık aralığında şişerler. Bu yüzden elde edilecek olan pikin eğimi farklı olacaktır. Hızlı şişmesi neticesinde oluşacak olan pik, tersi olması durumunda da yatıktır (Doğan, 2000). Pirinç tarhanası, %20 ve %40 mercimek unu katkı tarhana örneklerinin RVA grafiği ve örneklerin grafikleri arasındaki fark Şekil 4.3.' de yer almaktadır.

Nişastanın şişmesiyle viskozite artar ve pik değerine ulaşır. Buna pik viskozitesi denir (Doğan, 2000). Pik viskozitesi; nişasta veya nişastalı karışımın su bağlama kapasitesini göstermektedir (Fevzioğlu ve Başman, 2008). Pirinç unu ve farklı baklagil unları kullanılarak hazırlanan tarhana örneklerinin pik viskozite değerleri arasında istatistiksel olarak önemli ( $p < 0.05$ ) farklılıklar vardır (Çizelge 4.9). En yüksek pik viskozitesi 1803.75 cP değeri ile pirinç tarhanasında belirlenirken, en düşük pik viskozitesi 1175.25cP değeri ile %40 nohut unu katkı tarhana örneğinde saptanmıştır.

**Çizelge 4.9.** Pirinç unu ve farklı baklagil unları kullanılarak üretilen tarhana örneklerinin çirişlenme özellikleri

Tarhana Örnekleri	Oran (%)	Pik Viskozitesi <sup>a</sup>	Karıştırma ile viskozite azalması <sup>a</sup>	İncelme sonrası viskozite <sup>a</sup>	Son Viskozite <sup>a</sup>	Katılama <sup>a</sup>
Mercimek Unu Katkılı	0	1803.75a	1052.75a	751.00a	1672.50a	619.75a
	20	1545.25b	842.25b	703.00b	1418.50b	576.25b
	40	1272.00c	730.25c	541.75c	1246.50c	516.25c
Bezelye Unu Katkılı	0	1803.75a	1052.75a	751.00a	1672.50a	619.75a
	20	1545.50b	873.75b	671.75b	1445.75b	572.00b
	40	1237.00c	756.25c	480.75c	1270.75c	514.50c
Nohut Unu Katkılı	0	1803.75a	1052.75a	751.00a	1672.50a	619.75a
	20	1474.00b	783.00b	691.00b	1368.75b	585.75b
	40	1175.25c	679.50c	495.75c	1185.75c	506.25c

<sup>a</sup> Değerler dört tekrarın ortalamasıdır.

Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05).

Sıcaklık belirli bir süre sabit tutulduğunda nişastanın parçalanması, çözünen amilozun ortama karışması ve karıştırma yönünde oriyantasyonu neticesinde viskozite azalır (Doğan, 2000). Nişasta çirişi için önemli olan bu özelliğe karıştırma ile incelme (shear thinning) denir. Pirinç unu ve farklı baklagil unları kullanılarak hazırlanan tarhana örneklerinin karıştırma ile viskozite azalması değerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemlidir ( $p < 0.05$ ). Karıştırma ile en fazla incelme pirinç tarhanasında meydana gelirken, en az incelme %40 nohut katkılı tarhanada görülmüştür. Kıvamlı bir ürünün üretiminde karıştırma ile incelme oluşmaması için ürünün aşırı miktarda karıştırılmaması gerektiği bildirilmektedir (Köksel, 2005).

Minimum viskozite değeri nişastanın orjinine, sıcaklığa ve karıştırma derecesine bağlı olarak değişir (Doğan, 2000). Farklı tahıl unları kullanılarak hazırlanan tarhana örneklerinin incelme sonrası viskozite değerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak ( $p < 0.05$ ) önemlidir. İncelme sonrası viskozite değeri en yüksek pirinç tarhanasında (751.00 cP) saptanırken, en düşük %40 bezelye unu katkılı tarhanada (480.75 cP) belirlenmiştir.

Soğutma süresi sonunda ulaşılan viskozite değerine son viskozite denilmektedir. Belirli bir örneğin kalite yönünden değerlendirilmesinde en fazla kullanılan parametre olan son viskozite; örneğin pişirildikten veya soğutulduktan sonra viskoz çiriş veya jel oluşturabilme kabiliyetini göstermektedir (Erkan, 2004). Tarhana örneklerinin son viskozite değerleri arasında istatistiksel olarak önemli ( $p < 0.05$ ) farklılıklar vardır. En yüksek son viskozite değerleri, pirinç tarhanasında (1672.50cP) belirlenirken, en düşük son viskozite değerleri %40 nohut unu katkılı tarhanada (1185.75 cP) saptanmıştır.

Belirli bir süre sıcaklık sabit tutulduktan sonra oluşan nişasta çirişi soğutulur. Belirli bir dereceye kadar çözünen nişasta polimeri enerjilerini kaybetmeye başladıkları için birleşmeye başlarlar. Bu jel oluşumunu hızlandırır ve viskozite artar. Bu olaya katılma (setback) denir. Bu viskozitenin yüksek olması pişmiş ve nişasta içeren gıdadan soğuma ile birlikte suyun ortamdan uzaklaştırılacağı (sineresis) ve retrogradasyonun fazla olacağı göstergesidir (Doğan, 2000). Tarhana örneklerinin katılma viskozite değerleri arasında istatistiksel olarak önemli

( $p < 0.05$ ) farklılıklar vardır. En yüksek katılma viskozitesi pirinç tarhanasında (619.75cP) saptanırken, en düşük katılma viskozitesi %40 nohut unu katkı tarhanada (506.25cP) belirlenmiştir.

#### 4.10. Tarhana Örneklerinin Renk Özellikleri

Pirinç unu ve pirinç ununa farklı baklagil unları ilave edilerek üretilen pirinç tarhanası örneklerinin renk değerleri ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) Çizelge 4.10.'da görülmektedir.

**Çizelge 4.10.** Pirinç unu ve farklı baklagil unları kullanılarak üretilen tarhana örneklerinin renk özellikleri

Tarhana Örnekleri	Oran (%)	$L^*$ <sup>a</sup>	$a^*$ <sup>a</sup>	$b^*$ <sup>a</sup>
Mercimek Unu Katkılı	0	75.73a	16.39b	27.13a
	20	74.28a	16.37b	27.65a
	40	67.25b	18.32a	27.75a
Bezelye Unu Katkılı	0	75.73a	16.39a	27.13a
	20	69.34b	15.81a	27.14a
	40	66.58c	15.09b	26.79a
Nohut Unu Katkılı	0	75.73a	16.39c	27.13b
	20	70.29b	17.03b	26.21c
	40	68.80c	18.44a	28.48a

<sup>a</sup> Değerler dört tekrarın ortalamasıdır.

Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir ( $p < 0.05$ ).

$L^*$  : Parlaklık;  $a^*$  : Kırmızılık;  $b^*$  : Sarılık

Tarhana örneklerinin  $L^*$  değerleri arasında % 20 mercimek unu katkı tarhana örneği dışında kontrol örneği ile baklagil unu katkı örnekleri arasında istatistiksel olarak önemli ( $p < 0.05$ ) farklılıklar vardır. Pirinç ununun beyaz renginden dolayı baklagil unu ilave edilmemiş pirinç tarhanasının  $L^*$  değeri en yüksek bulunmuştur. En düşük  $L^*$  değeri ise %40 bezelye unu katkı tarhanadan elde edilmiştir. Baklagil unlarının renk değerlerine bakıldığında (Çizelge 4.2) en düşük  $L^*$  değerinin bezelye ununda olduğu gözlenmiştir. Tarhana örneklerinde baklagil unu katkı oranı arttıkça  $L^*$  değeri istatistiksel olarak önemli ölçüde azalmaktadır.

Kontrol tarhana örneği ile %20 mercimek unu katkılı ve %20 bezelye unu katkılı pirinç tarhanası örnekleri arasında a\* değeri bakımından istatistiksel olarak önemli fark bulunmamıştır. Tarhana örneklerinde kullanılan salça nedeniyle örneklerin kırmızılık değeri biri birine yakındır. Baklagil unularının %40 oranında ilave edildiği tarhana örnekleri ile kontrol örneği arasında istatistiksel olarak önemli fark vardır(p<0.05). Tarhana örneklerinde en yüksek a\* değeri %40 nohut unu katkılı pirinç tarhanasından elde edilmiştir. Bunu %40 mercimek unu ve bezelye unu katkılı tarhana örnekleri izlemektedir.

Mercimek ve bezelye unu katkılı tarhana örneklerinin b\* değeri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir. Nohut unu katkılı pirinç tarhanası örneklerinde b\* değeri arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. En yüksek b\* değeri %40 nohut unu katkılı tarhanada elde edilmekle beraber örneklerin sarılık değeri de genel olarak biri birine yakın bulunmuştur. Bilgiçli and İbanoğlu. (2007) buğday ruşeymi ve kepeği ilavesinin ve fermentasyonun tarhana örneklerinin Hunter renk sistemi ile etkisini incelediği çalışmasında L değeri 60.49-79.84; a değeri 4.36-8.76; b değeri 15.59-32.34 arasında değiştiğini saptamıştır. Tarhana üretiminde temel bir hammadde olan buğday unu yerine pirinç unu ve baklagil unu kullanılması unların renk pigmentleri ve pigment miktarlarındaki farklılıklar ve öğütme özelliklerine göre tarhana örneklerinin renk değerlerinde değişikliklere neden olmaktadır. Tarhana örneklerinin renk değeri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmasına rağmen elde edilen renkler genel olarak Tarhana Standardı (Anon, 1981)'nda belirtilen renk özellikleri ile uyumlu bulunmuştur.

#### **4.11. Tarhana Örneklerinin İmmünolojik Yöntemle (ELISA) Belirlenen Gluten Değeri**

Pirinç unu ve pirinç ununa farklı baklagil unları ilave edilerek üretilen pirinç tarhanası örneklerinin gluten miktarları Çizelge 4.11.'de görölmektedir.

**Çizelge 4.11.**Tarhana örneklerinin gluten değerleri

<b>Tarhana Örnekleri</b>	<b>Oran (%)</b>	<b>Gluten miktarı (ppm) <sup>a</sup></b>
	0	<1
Mercimek Unu Katkılı	20	<1
	40	7.03
	0	<1
Bezelye Unu Katkılı	20	<1
	40	<1
	0	<1
Nohut Unu Katkılı	20	<1
	40	<1

<sup>a</sup> Değerler iki tekrarın ortalamasıdır.

Çizelge 4.11 incelendiğinde; Türk Gıda Kodeksi No:2003/33 Tebliğine göre tarhana örneklerinin gluten miktarı 20ppm' den düşük olduğu için glutensiz sınıfına girmektedir. %40 mercimek unu katkılı tarhana örneğinde az miktarda da olsa gluten belirlenmiştir. Bu durumun piyasadan temin edilen mercimek unundaki bulaşından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu unda limitin altında gluten saptanmıştır (Çizelge 4.4). Ancak belirtildiği üzere bu değerler izin verilen limitin aşağısında olduğu için tüketime uygundur. Glutensiz tarhana örneklerinin üretimi sırasında çok titiz çalışılmıştır. Glutensiz gıda üretiminde herhangi bir bulaşıya karşı kullanılan alet, ekipman ve ortama çok dikkat edilmelidir.

#### **4.12. Tarhana Örneklerinin Duyusal Özellikleri**

Pirinç unu ve pirinç ununa farklı baklagil unları ilave edilerek üretilen pirinç tarhanası örneklerinden pişirilen çorbaların duyusal özellikleri Çizelge 4.12.'de verilmiştir.

Tarhana çorbası örneklerinin ortalama renk puan değerleri 5.00 ile 3.40 arasında değişmektedir. Üretimde renk açısından baklagil unları katkılı tarhana çorbası ile katkısız tarhana çorbası arasındaki fark istatistiksel olarak önemli ( $p<0.05$ ) bulunmuştur. Renk özelliği yönünden en yüksek puanı pirinç tarhana çorbası



almıştır. Bunu %40 mercimek unu ve %20 nohut unu katkılı tarhana çorbası izlemektedir.

Tarhana üretiminde pirinç unu ve farklı baklagil unları kullanımının, tarhana çorbalarının tat özelliği üzerindeki etkisi istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur. Tarhana çorbası örneklerine tat özelliği bakımından verilen puanlar 5.00 ile 3.60 arasında değişmektedir (Çizelge 4.12). Tat yönünden değerlendirmede en yüksek puanı %40 mercimek unu katkılı tarhana çorbası almıştır. Bunu aynı puanı (4.20) alan %20 mercimek, %40 bezelye ve %40 nohut unu katkılı tarhanalar ile pirinç tarhanası izlemektedir. Tarhanalarda tat özelliğini belirleyen önemli bir unsur laktik asit fermentasyonuna dayalı laktik asit oluşumudur. Nitekim tat yönünden en yüksek puanı alan mercimek katkılı tarhana örneği aynı zamanda en yüksek asitlik gelişimi gösteren örnektir.

Tarhana üretiminde pirinç unu ve farklı baklagil unları kullanımının, tarhana çorbalarının koku özelliği üzerindeki etkisi istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur. Tarhana çorbası örneklerine koku özelliği bakımından verilen puanlar 4.60 ile 3.80 arasında değişmektedir (Çizelge 4.12). Koku yönünden değerlendirmede en yüksek puanı %40 mercimek unu katkılı tarhana çorbası almıştır.

Üretimde pirinç unu ve farklı baklagil unları kullanımının, tarhana çorbası örneklerinin ağız hissi özelliği üzerindeki etkisi bezelye ve nohut unu katkılı örnekler için istatistiksel açıdan önemsiz, mercimek unu katkılı örnekler için istatistiksel açıdan önemli ( $p<0.05$ ) bulunmuştur. Tarhana çorbası örneklerine ağız hissi özelliği yönünden verilen puanlar 4.80 ile 3.40 arasında değişim göstermektedir (Çizelge 4.12). Ağız hissi özelliği yönünden en yüksek puan %40 mercimek unu katkılı tarhana çorbasına aittir.

Tarhana üretiminde pirinç unu ve farklı baklagil unları kullanımının, tarhana çorbası örneklerinin kıvam özelliği üzerindeki etkisi nohut unu katkılı örnekler için istatistiksel açıdan önemsiz, mercimek ve bezelye unu katkılı örnekler için istatistiksel açıdan önemli ( $p<0.05$ ) bulunmuştur. Tarhana çorbası örneklerine kıvam özelliği yönünden verilen puanlar 5.00 ile 3.25 arasında değişmektedir (Çizelge 4.12). Kıvam özelliği yönünden en beğenilen tarhana örneği %40

mercimek ve bezelye unu katkılı tarhana orbası olmuştur. Nohut unu katkılı tarhana orbasının partiküllü bir yapı gösterdiği panelistler tarafından belirtilmiştir.

Tarhana orbası örneklerinin duysal özelliklerine verilen puanlar genel olarak incelenirse (izelge 4.12), %40 mercimek unu katkılı tarhana orbasının diğer tarhana orbalarına göre renk, tat, koku ve ağız hissi özellikleri yönünden genelde birbiriyle daha uyumlu ve yüksek puanlar aldığı görölmektedir.

Duysal analiz sonucunda pirinç tarhanası ve mercimek, bezelye, nohut unu katkılı tarhana örneklerinin kabul edilebilir nitelikte olduğu gözlenmiştir. Tat ve koku açısından istatistiksel olarak fark önemsizdir. Ancak pirinç unu ve baklagil unlarının renk değerlerinin değişmesi nedeniyle tarhana çorbalarının renk alanında istatistiksel olarak fark önemli bulunmuştur. Ağız hissi ve kıvam alanlarında çorbalar arasındaki fark genel olarak istatistiksel açıdan önemlidir ve bu fark duysal özelliklerin daha da iyileştiğini göstermektedir.

**Çizelge 4.12.**Tarhana örneklerinin duyusal analiz sonuçları

<b>Tarhana Örnekleri</b>	<b>Renk <sup>a</sup></b>	<b>Tat <sup>a</sup></b>	<b>Koku <sup>a</sup></b>	<b>Ağız Hissi <sup>a</sup></b>	<b>Kıvam <sup>a</sup></b>
Pirinç Tarhanası	5.00a	4.20a	4.20a	4.20ab	3.25b
%20 mercimek unu katkılı tarhana	4.00b	4.20a	4.00a	4.00b	3.40b
%40 mercimek unu katkılı tarhana	4.20b	5.00a	4.60a	4.80a	5.00a
Pirinç Tarhanası	5.00a	4.20a	4.20a	4.20a	3.25b
%20 bezelye unu katkılı tarhana	3.60b	3.60a	4.00a	4.20a	3.75b
%40 bezelye unu katkılı tarhana	3.40b	4.20a	4.00a	4.40a	5.00a
Pirinç Tarhanası	5.00a	4.20a	4.20a	4.20a	3.25a
%20 nohut unu katkılı tarhana	4.20b	4.00a	3.80a	3.60a	3.75a
%40 nohut unu katkılı tarhana	4.00b	4.20a	4.20a	3.40a	4.00a

<sup>a</sup> Değerler 5 panelistin verdiği puanların ortalamasıdır.

Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05).

## 4.13. B Vitaminlerinin Analizleri

### 4.13.1. Tiamin (Vitamin B<sub>1</sub>) ve Riboflavin (Vitamin B<sub>2</sub>) Tayini

Pirinç unu, farklı baklagil unlarının ve bu unlar kullanılarak üretilen tarhana örneklerinin tiamin (Vitamin B<sub>1</sub>) ve riboflavin (vitamin B<sub>2</sub>) değerleri Çizelge 4.13., 4.14.'de verilmiştir. Şekil 4.4 ve Şekil 4.5.' de tiamin ve riboflavin kromotogramları yer almaktadır.

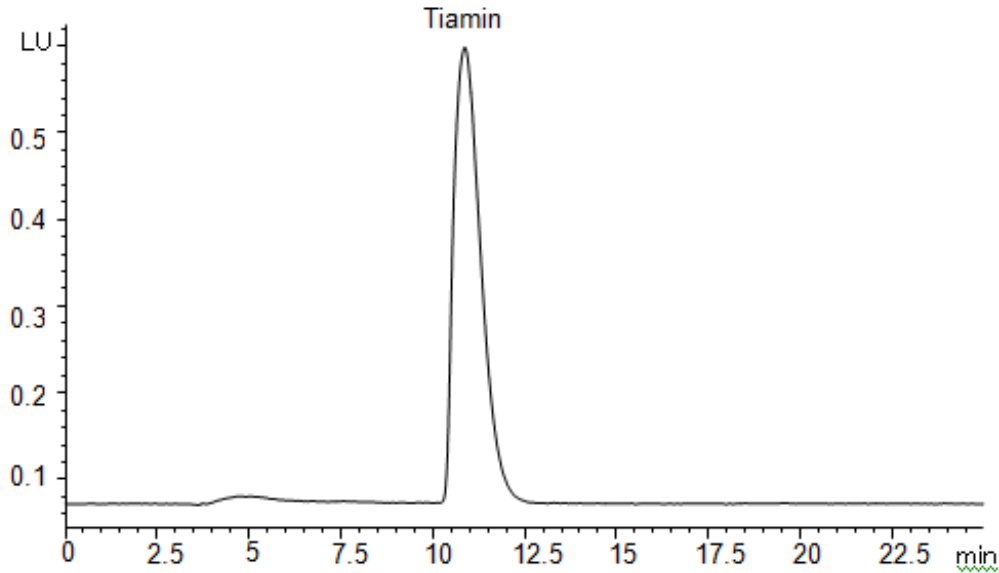
**Çizelge 4.13.**Un örneklerinin tiamin (vitamin B<sub>1</sub>) ve riboflavin (vitamin B<sub>2</sub>) değerleri

Un Örnekleri	Tiamin (vitamin B <sub>1</sub> ) <sup>a*</sup> (mg/100g)	Riboflavin (vitamin B <sub>2</sub> ) <sup>a*</sup> (mg/100g)
Pirinç unu	0.10±0.005	0.031±0.000
Mercimek unu	0.78±0.008	0.158±0.000
Bezelye unu	0.79±0.015	0.122±0.001
Nohut unu	0.52±0.009	0.119±0.000

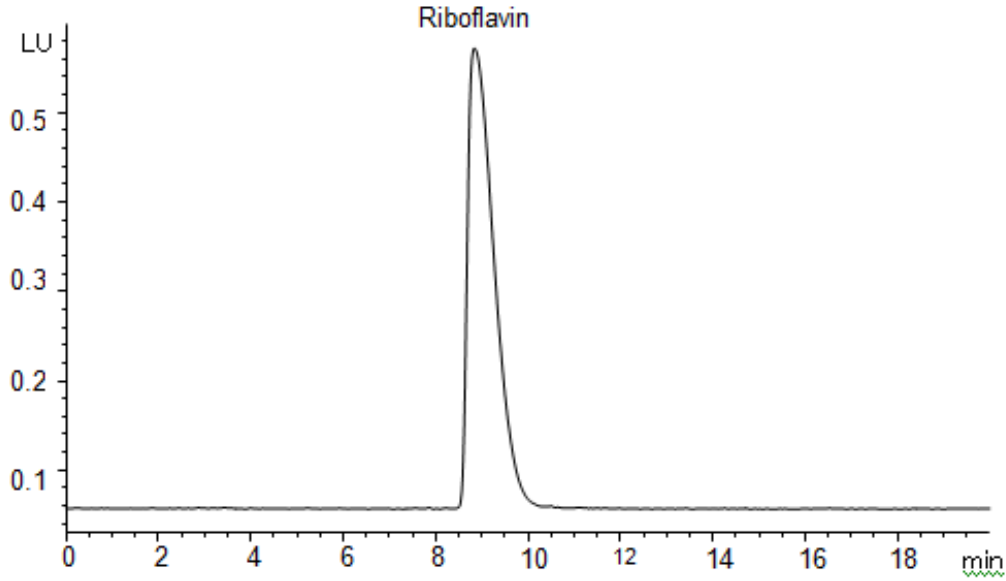
<sup>a</sup> Değerler iki tekrarın ortalamasıdır ve standart sapmaları ile verilmiştir.

\*Sonaçlar kuru madde esasına göre hesaplanmıştır.

Un örneklerinden elde edilen sonuçlara göre pirinç ununun tiamin (0.10 mg/100g) ve riboflavin (0.031 mg/100g) miktarları en düşüktür.



**Şekil 4.4.** Tiamin kromotogramı



**Şekil 4.5.** Riboflavin kromotogramı

Mercimek ve bezelye unlarının tiamin değerleri birbirlerine yakın olmakla birlikte bezelye ununun sonucu (0.79 mg/100g) en yüksektir. Riboflavin miktarı en yüksek olan un ise mercimek unudur (0.158 mg/100g). Literatürde benzer çalışmalar yapılmıştır. Juliano et al. (1985), pirinçte tiamin ve riboflavin içeriği çalışmamızda elde edilen verilerle uyum içerisindedir. Anderson (1975), beyaz pirinçte tiamin miktarını 0.07 mg/100g, riboflavin miktarını 0.03 mg/100g olarak belirlemiştir. Pirinç ununda tiamin değerini 0.043 mg/100g, riboflavin değerini 0.028 şeklinde belirtmiştir. Chavan et al. (1998), yaptığı çalışmada bezelyede tiamini 0.47 mg/100g, riboflavini 0.19 mg/100g olarak saptamıştır. Devos (1988), kabuklu mercimekte tiamin miktarını 0.44 mg/100g, kabuksuzda 0.53 mg/100g; riboflavin miktarını 0.28 mg/100g ve 0.30 mg/100g olarak bulmuştur. Nohut için sırasıyla tiamin ve riboflavin miktarlarını ise 0.46, 0.16 mg/100g; bezelye için 1.1, 0.1 mg/100g şeklinde belirtmiştir. Çalışmada kullanılan unların vitamin içerikleri bu değerlerle uyumludur.

**Çizelge 4.14.**Tarhana örneklerinin tiamin (Vitamin B<sub>1</sub>) ve riboflavin (vitamin B<sub>2</sub>) değerleri

Tarhana Örnekleri	Oran (%)	Tiamin (Vitamin B <sub>1</sub> ) <sup>a*</sup> (mg/100g)	Riboflavin (vitamin B <sub>2</sub> ) <sup>a*</sup> (mg/100g)
Mercimek Unu Katkılı	0	0.28c	0.22c
	20	0.41b	0.27b
	40	0.48a	0.30a
Bezelye Unu Katkılı	0	0.28c	0.22c
	20	0.44b	0.28b
	40	0.57a	0.32a
Nohut Unu Katkılı	0	0.28c	0.22c
	20	0.39b	0.26b
	40	0.45a	0.30a

<sup>a</sup> Değerler dört tekrarın ortalamasıdır.

\*Sonuçlar kuru madde esasına göre hesaplanmıştır.

Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05).

Pirinç unu ve farklı baklagil unları kullanılarak üretilen tarhana örneklerinin tiamin ve riboflavin içerikleri Çizelge 4.14'te yer almaktadır. En düşük tiamin (0.28 mg/100g) ve riboflavin (0.22 mg/100g) miktarları pirinç tarhanasında elde edilmiştir. En yüksek tiamin (0.57 mg/100g) ile riboflavin (0.32 mg/100g) ise %40 bezelye unu katkı tarhanada saptanmıştır. Pirinç unu ve farklı baklagil unları kullanılarak üretilen tarhana örneklerinin tiamin ve riboflavin içerikleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar saptanmıştır (p<0.05). Baklagil unu katkı tarhana örneklerinin tiamin ve riboflavin değerleri pirinç tarhanasından yüksek bulunmuştur. Özellikle tiamin oranındaki artış iki katına yaklaşmaktadır.

Ekinci (2005) farklı fermentasyon sürelerinde yaptığı ölçümlerde buğday unu kullanarak ürettiği tarhanalarda tiamin miktarlarını 4.3-4.4 mg/kg; riboflavin miktarlarını 1.7-2.3 mg/kg aralığında saptamıştır. Aynı zamanda kurutma sıcaklığının etkisini belirlemek amacıyla farklı sıcaklıklarda kuruttuğu örneklerin tiamin değerleri 2.6-4.4 mg/kg; riboflavin değerleri 2.1-2.9 mg/kg arasında değişmektedir. Sıcaklık arttıkça vitamin miktarları azalmaktadır. Certel et al. (2007), buğday unu kullanarak tarhana ürettiği çalışmasında farklı fermentasyon

sürelerinde tiamin değerini 4.8-10.15 mg/kg, riboflavin değerini 1.85-5.15 mg/kg arasında belirlemiştir. 6 aylık depolama süresince tiamin ve riboflavin miktarlarının arttığını saptamıştır. Bunun nedeninin depolama süresince fermentasyonun kısmen devam etmesi olarak açıklamıştır. Bu çalışmada pirinç tarhanası örneklerinin farklı baklagil unları ile zenginleştirilmesi ile tiamin ve riboflavin miktarları da beklenildiği gibi artış göstermiştir.

#### 4.13. 2. Validasyon Sonuçlarının İncelenmesi

##### 4.13.2.1. Tiamin Analizinin Validasyon Sonuçları

Tiamin analizi için gerçekleştirilen validasyon çalışmaları kapsamında belirlenen cihazın tekrarlanabilirliği, yöntemin tekrarlanabilirliği, %geri kazanım, doğruluk, gözlenebilme sınırı (Limit of dedection/LOD) ve tayin sınırı (Limit of quantification/LOQ) değerleri Çizelge 4.15' de verilmiştir.

**Çizelge 4.15.** Tiamin analizi validasyon sonuçları

Yöntemin Tekrarlanabilirliği (%CV)	Cihazın Tekrarlanabilirliği (%CV)	LOD/LOQ (µg/g)	Doğruluk (%)	Geri Kazanım (%)		
				%50	%100	% 150
8.20	1.80	0.51/1.71	98	97	99	104

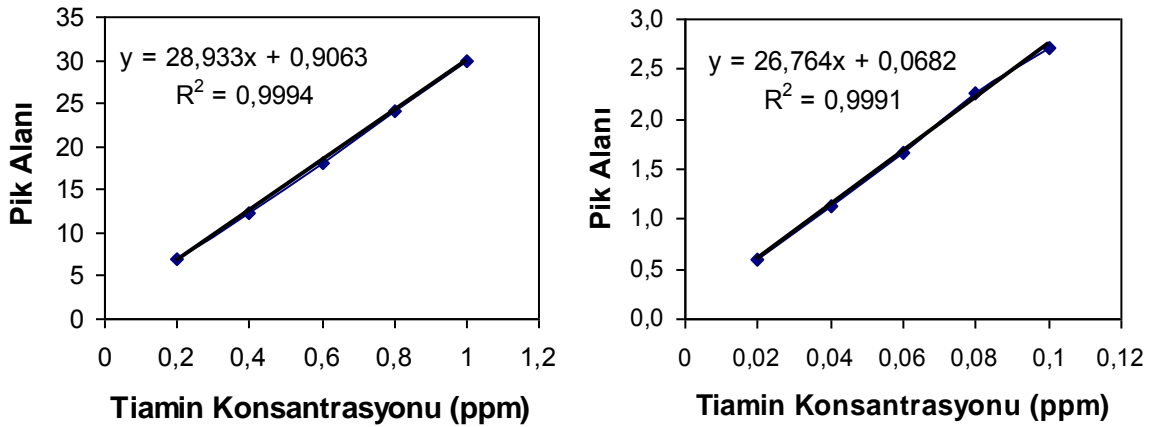
Tiamin analizi için validasyon çalışması sonuçlarına bakıldığında; yöntemin tekrarlanabilirliği için hesaplanan CV değeri %8.20, cihazın tekrarlanabilirliği için hesaplanan CV değeri %1.80 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.15). Cihazın tekrarlanabilirliği oldukça yüksektir. Ancak yöntemin tekrar edilebilirliği analiz gerçekleştirilirken meydana gelebilecek kişisel hatalar nedeniyle daha düşük çıkmış olabileceği düşünülmektedir.

Tiamin için LOD ve LOQ değerleri sırasıyla 0.51 ve 1.71 µg/g olarak bulunmuştur. Literatürdeki değerlerle karşılaştırıldığında, tiamin için gözlenebilme sınırı ve tayin sınırı değerlerinin oldukça iyi sonuçlar verdiği görülmektedir (Leporati et al., 2004; Ball, 2006 ). Gözlenebilen ve tayin edilebilen en düşük değerlerin tespiti metot, cihaz ve sistem performansını değerlendirmede önemli parametrelerdir.

Geri kazanım kriterini belirlemek için yapılan analiz sonucunda %97-99-104 sonuçları elde edilmiştir. Bu değerlerinde oldukça yüksek olduğu söylenebilir. Farklı miktarlarda ilave edilen vitamin standartlarından elde edilen verilerin de birbirleriyle uyumlu olduğu görülmüştür.

Doğruluk kriterini saptamak amacıyla, sertifikalı referans materyal (CRM 121-tam buğday unu) içerisindeki tiamin miktarı belirlenmiş ve sertifikada belirtilen değer ile karşılaştırıldığında %98 doğruluk olduğu hesaplanmıştır. Sonuçlar doğrultusunda; tiamin için kullanılan metodun doğruluk kriterinin oldukça yüksek olduğu görülmüştür. Dolayısıyla, elde edilen sonuçların gerçeğe yakınlığının da bu duruma paralel olarak oldukça yüksek olduğu söylenebilir.

Doğrusallık kriterini değerlendirmek için biri çalışılan konsantrasyonu içine alan, diğeri ise düşük konsantrasyonları kapsayan iki adet 5 noktalı kalibrasyon grafiği hazırlanmış, belirtme katsayıları ( $R^2$ ) sırasıyla 0.9994 ve 0.9991 olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.6). Dolayısıyla; çalışılan konsantrasyonun yanı sıra farklı çalışma aralıklarında da yüksek doğrusallığın elde edildiği gözlenmiştir.



**Şekil 4.6.** 0.2-1 ppm ve 0.02-0.1 ppm aralığındaki tiaminin kalibrasyon eğrileri

#### 4.13.2.2. Riboflavin Analizinin Validasyon Sonuçları

Riboflavin analizi için gerçekleştirilen validasyon çalışmaları kapsamında saptanan cihazın tekrarlanabilirliği, yöntemin tekrarlanabilirliği, %geri kazanım, doğruluk, gözlenebilme sınırı (Limit of detection/LOD) ve tayin sınırı (Limit of quantification/LOQ) değerleri Çizelge 4.16' de verilmiştir.



**Çizelge 4.16.** Riboflavin analizi validasyon sonuçları

Yöntemin Tekrarlanabilirliği (%CV)	Cihazın Tekrarlanabilirliği (%CV)	LOD/LOQ (µg/g)	Doğruluk (%)	Geri Kazanım (%)		
				%50	%100	%150
4.63	1.40	0.11/0.37	95	90	94	109

Riboflavin analizi için validasyon çalışması sonuçlarına bakıldığında; yöntemin tekrarlanabilirliği için hesaplanan CV değeri %4.63, cihazın tekrarlanabilirliği için hesaplanan CV değeri %1.40 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.16). Cihazın tekrarlanabilirliği oldukça yüksektir. Ancak yöntemin tekrar edilebilirliği analiz gerçekleştirilirken meydana gelebilecek kişisel hatalar nedeniyle daha düşük çıkmış olabileceği düşünülmektedir. Buna karşın tiamin analizinde gözlenen yöntemin tekrarlanabilirliği kriterine kıyasla riboflavinde daha iyi bir sonuç alındığı görülmektedir. Bunun nedeni muhtemelen; riboflavinin floresans özellikte olması nedeniyle, HPLC ile analiz aşaması öncesinde ekstra bir türevlendirme işlemine gerek olmadan, riboflavin ekstraktının analizde direk olarak kullanılabilmesidir. Böylece, türevlendirme aşamasında karşılaşılan zamanla vitamin miktarının azalması sorunu ve kişisel farklılıklardan gelebilecek hatalar bu analizde etkili olmamıştır.

Riboflavin için LOD ve LOQ değerleri sırasıyla 0.11 ve 0.37 µg/g olarak bulunmuştur. Literatürdeki değerlerle karşılaştırıldığında, riboflavin için gözlenebilirlik sınırı ve tayin sınırı değerlerinin oldukça iyi olduğu görülmektedir (Leporati et al., 2004; Ball, 2006 ). Gözlenebilen ve tayin edilebilen en düşük değerlerin tespiti metot, cihaz ve sistem performansını değerlendirmede önemli parametrelerdir.

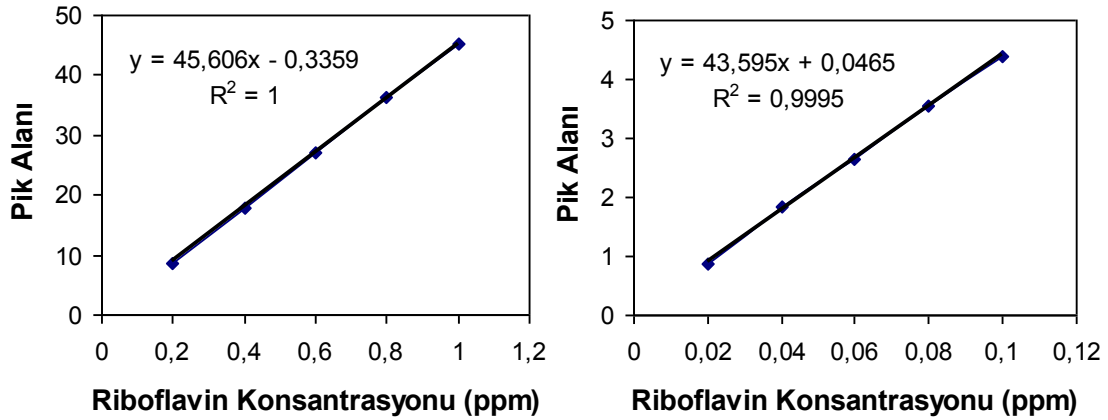
Geri kazanım kriterini belirlemek için yapılan analiz sonucunda %90-94-109 sonuçları elde edilmiştir. Bu değerlerinde oldukça yüksek olduğu söylenebilir. Farklı miktarlarda ilave edilen vitamin standartlarından elde edilen verilerin de birbirleriyle uyumlu olduğu görülmüştür.

Doğruluk kriterini saptamak amacıyla, sertifikalı referans materyal (CRM 421-süt tozu) içerisindeki riboflavin miktarı belirlenmiş ve sertifikada belirtilen değer ile karşılaştırıldığında %95 doğruluk olduğu hesaplanmıştır. Sonuçlar doğrultusunda;

riboflavin için kullanılan metodun doğruluk kriterinin oldukça yüksek olduğu görülmüştür. Dolayısıyla, elde edilen sonuçların gerçeğe yakınlığının da bu duruma paralel olarak oldukça yüksek olduğu söylenebilir.

Doğrusallık kriterini değerlendirmek için biri çalışılan konsantrasyonu içine alan, diğeri ise düşük konsantrasyonları kapsayan iki adet 5 noktalı kalibrasyon grafiği hazırlanmış, belirtme katsayıları ( $R^2$ ) sırasıyla 1 ve 0.9995 olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.7). Dolayısıyla; çalışılan konsantrasyonun yanı sıra farklı çalışma aralıklarında da yüksek doğrusallığın elde edildiği gözlemlenmiştir.

Elde edilen sonuçlara dayanarak metot, cihaz ve sistem performansı değerlendirildiğinde; iyi sonuçlar alındığı görülmektedir. Tiamin ve riboflavin analizleri için kullanılan metot, cihaz ve sistem performansının bu tez çalışmasının amaçlarına uygun olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.7. 0.2-1 ppm ve 0.02-0.1 ppm aralığındaki riboflavin kalibrasyon eğrileri

#### 4.14. Toplam Besinsel Lif Miktarı

Pirinç unu ve farklı baklagil unlarının ve bu unlar kullanılarak üretilen pirinç tarhanası ve baklagil unu katkılı pirinç tarhanası örneklerinin toplam besinsel lif değerleri Çizelge 4.17 ve 4.18.'de verilmiştir.

Un örneklerinde yapılan analiz sonucunda en düşük besinsel lif miktarı pirinç ununda (%2.88), en yüksek ise nohut ununda (%16.01) elde edilmiştir. Pirinç ununa göre baklagil unlarının besinsel lif içeriklerinin yüksek olduğu Çizelge 4.17'te açıkça görülmektedir.

Cheng (1993) çalışmasında beyaz pirinçte toplam besinsel lif miktarını farklı çeşitlerde %0.22-1.79 değerleri arasında belirlemiştir. Çalışmada kullandığımız pirinç unundaki toplam besinsel lif miktarı belirtilen bu değerden daha yüksektir. Perez-Hidalgo et al. (1997), nohut ve mercimek için besinsel lif değerlerini sırasıyla %17.6 ve %19.2 olarak saptamıştır. Tosh and Yada (2009), besinsel lif miktarlarının nohut için 18–22 (g/100 g), mercimek 18–20 (g/100 g), bezelye 14–26 (g/100 g) aralıklarında olabileceğini belirtmiştir. Çalışmada elde ettiğimiz veriler bu değerlere yakın olmakla birlikte biraz daha düşük bulunmuştur.

Pirinç unu ve farklı baklagil unları kullanılarak üretilen tarhana örneklerinden toplam besinsel lif miktarı %3.46 ile en düşük pirinç tarhanasında bulunmuştur (Çizelge 4.18). En yüksek ise %6.78 ile %40 nohut unu katkılı tarhanada elde edilmiştir. Pirinç tarhanası ve mercimek, bezelye nohut unlarıyla zenginleştirilmiş pirinç tarhanası örnekleri arasında besinsel lif içerikleri açısından istatistiksel olarak önemli farklılıklar vardır ( $p < 0.05$ ). Baklagil unlarının pirinç ununa göre daha fazla miktarda besinsel lif içermesi nedeniyle baklagil unu katkılı tarhana örneklerinde pirinç tarhanasına göre besinsel lif miktarı daha yüksek miktarda saptanmıştır. Aynı zamanda eklenen baklagil unu miktarlarındaki artışa paralel olarak besinsel lif içeriğinde de artış gözlenmiştir.

#### **4.15. Toplam Fenolik Madde Miktarı**

Pirinç unu ve farklı baklagil unlarının ve bu unlar kullanılarak üretilen pirinç tarhanası ve baklagil unu katkılı pirinç tarhanası örneklerinin toplam fenolik madde miktarları Çizelge 4.17 ve 4.18.'de verilmiştir.

Pirinç unu ve farklı baklagil unlarında toplam fenolik madde miktarı en az pirinç ununda (0.28 mg/g), en fazla nohut ununda (0.96 mg/g) elde edilmiştir (Çizelge 4.17). Pirinç ununun toplam fenolik madde miktarı baklagil unlarına göre düşüktür.

**Çizelge 4.17.** Baklagil unlarının besinsel lif, toplam fenolik madde ve troloks eşdeğer antioksidan kapasite değerleri

Un Örnekleri	Besinsel lif <sup>a*</sup> (%)	Toplam fenolik madde miktarı <sup>a*</sup> (mg/g)	Troloks eşdeğer antioksidan kapasite <sup>a</sup> (mmol trolox /kg)
Pirinç unu	2.88±0.438	0.28±0.038	20.98±0.716
Mercimek unu	14.11±0.201	0.93±0.051	88.04±0.939
Bezelye unu	9.74±0.160	0.81±0.060	89.35±0.690
Nohut unu	16.01±0.215	0.96±0.046	95.52±1.163

<sup>a</sup> Değerler iki tekrarın ortalamasıdır ve standart sapmaları ile verilmiştir.

\*Sonaçlar kuru madde esasına göre hesaplanmıştır.

**Çizelge 4.18.** Tarhana örneklerinin besinsel lif, toplam fenolik madde ve troloks eşdeğer antioksidan kapasite değerleri

Tarhana Örnekleri	Oran (%)	Besinsel lif <sup>a*</sup> (%)	Toplam fenolik madde miktarı <sup>a*</sup> (mg/g)	Troloks eşdeğer antioksidan kapasite <sup>a</sup> (mmol trolox/kg)
Mercimek Unu Katkılı	0	3.46c	2.68c	42.50c
	20	4.72b	2.78b	45.47b
	40	6.67a	2.92a	49.19a
Bezelye Unu Katkılı	0	3.46b	2.68c	42.50c
	20	3.78b	2.86b	46.44b
	40	4.90a	2.94a	50.46a
Nohut Unu Katkılı	0	3.46c	2.68c	42.50c
	20	5.40b	2.96b	48.82b
	40	6.78a	3.41a	55.18a

<sup>a</sup> Değerler dört tekrarın ortalamasıdır.

\*Sonaçlar kuru madde esasına göre hesaplanmıştır.

Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05).

Butsat and Siriamornpun (2009), öğütülmüş pirinçte fenolik madde miktarını 0.5 mg gallik asit/ g olarak belirtmiştir. Xu and Chang, (2008), toplam fenolik madde miktarını bezelyede 1.22 (mg/g), nohutta 1.44 (mg/g), mercimekte 7.34 (mg/g) olarak saptamıştır. Xu et al. (2007) başka bir çalışmada, bezelyede 0.65-0.99 (mg/g), mercimekte 4.86-9.60 (mg/g), nohutta 0.98 (mg/g) aralıklarında toplam fenolik madde miktarlarını belirtmiştir. Campos-Vega et al. (2009), bezelyede 1.53 (mg/g), nohutta 1.81(mg/g), mercimekte 6.56 (mg/g) olarak fenolik madde miktarlarını belirlemiştir. Çalışmada elde ettiğimiz veriler mercimek örneği dışında yaklaşık olarak bu değerlere yakındır. Düşük fenolik madde miktarının unların elenerek kullanılması ile ilgili olabileceği düşünülmektedir.

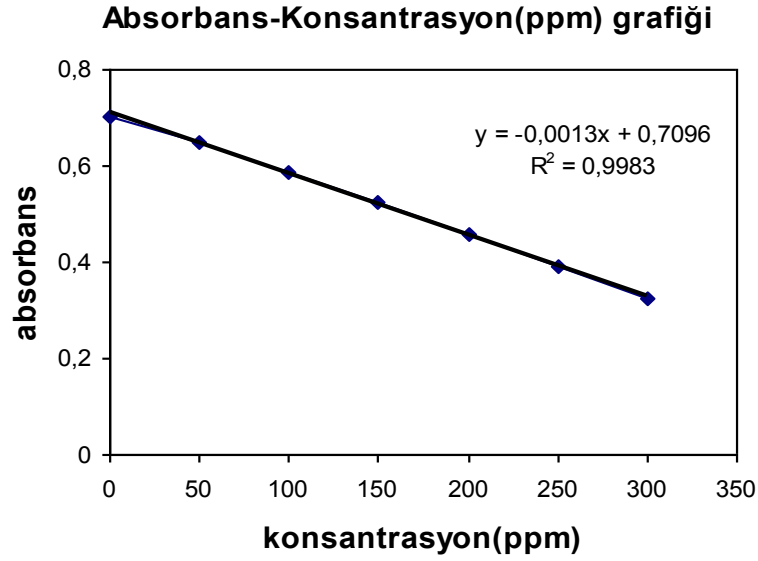
Fenolik madde miktarı en düşük olan tarhana örneği pirinç tarhanasıdır (2.68 mg/g). En yüksek ise %40 nohut unu katkılı tarhanadır (3.41 mg/g) (Çizelge 4.18). Pirinç tarhanası ve farklı baklagil unları katkılı pirinç tarhanası örneklerinin toplam fenolik madde miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Baklagil unlarının miktarı arttıkça fenolik madde içerikleri de artış göstermektedir.

Bilgiçli et al. (2006), tarhanaya buğday ruşeymi ve kepeği ilavesiyle yapmış olduğu çalışmada toplam fenolik madde miktarını 1.36-4.40 (mM/g) arasında belirlemiştir.

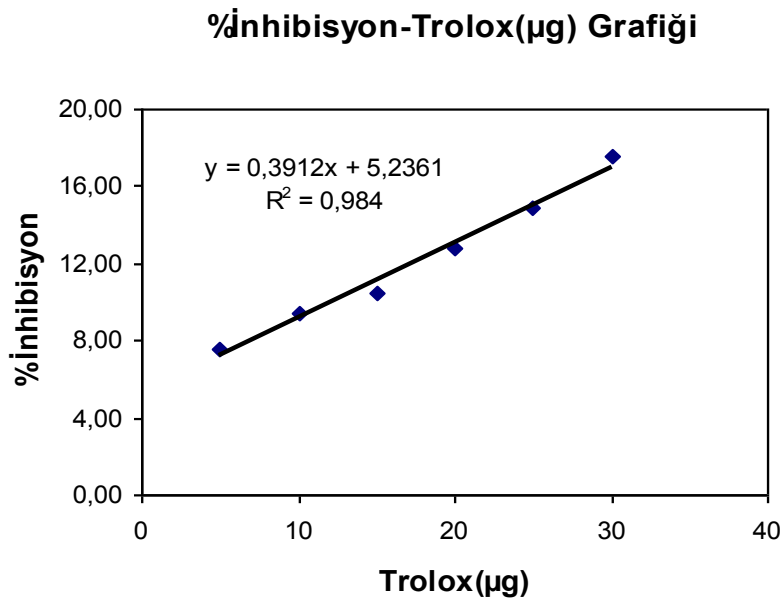
#### **4.16. Troloks Eşdeğer Antioksidan Kapasite**

Pirinç unu ve farklı baklagil unlarının ve bu unlar kullanılarak üretilen pirinç tarhanası ve baklagil unu katkılı pirinç tarhanası örneklerinin troloks eşdeğer antioksidan kapasite değerleri Çizelge 4.17 ve 4.18.'de verilmiştir.

Hesaplamalarda kullanılacak verilerin elde edildiği Standart Kalibrasyon grafiği ve Trolox Standart grafiği sırasıyla Şekil 4.8. ve Şekil 4.9.' de yer almaktadır.



**Şekil 4.8.** Absorbans- Konsantrasyon(ppm) standart kalibrasyon grafiği



**Şekil 4.9.** Trolox Standart grafiği

Pirinç unu ve farklı baklagil unlarında toplam antioksidan miktarı en az pirinç ununda ( $20,98 \pm 0,72$  mmol trolox /kg), en fazla nohut ununda ( $95,52 \pm 1,16$  mmol trolox /kg) elde edilmiştir (Çizelge 4.17). Baklagil unlarının antioksidan içerikleri pirinç ununa göre oldukça yüksektir.

Serpen et al. (2008), pirinç ununda antioksidan miktarını 20 mmol TEAK/kg olarak belirtmiştir. Fernandez-Orozco et al. (2008), yaptığı çalışmada nohutta antioksidan

miktarını 26.39  $\mu\text{mol}$  Trolox/g olarak saptamıştır. Bu miktar çimlenmiş ve fermente edilmiş nohutta ise 1.00  $\mu\text{mol}$  Trolox/g değerine düşmüştür.

Antioksidan madde miktarı en düşük olan tarhana örneği pirinç tarhanasıdır (42.50mmol trolox /kg). En yüksek ise %40 nohut unu katkılı tarhanadır (55.18 mmol trolox /kg)( Çizelge 4.18). Baklagil unu katkılı pirinç tarhanası örnekleri ve pirinç tarhanasının antioksidan içerikleri arasında istatistiksel açıdan önemli farklılıklar vardır ( $p<0.05$ ). Pirinç tarhanasına baklagil unu ilavesi antioksidan içeriğini yükselmiştir. Eklenen baklagil unu miktarının artması da beklenildiği gibi antioksidan miktarını arttırmıştır.

Bilgiçli et al. (2006), tarhanaya buğday ruşeymi ve kepeği ilavesiyle yapmış olduğu çalışmada toplam antioksidan miktarını 10.93-22.44 (mMol Trolox equiv/g) arasında belirlemiştir.

## 5.SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, çölyak hastaları için glutensiz tarhana üretimi amacıyla buğday unu yerine pirinç unu kullanılmıştır. Bildiğimiz kadarı ile ilk kez bu araştırmada, pirinç ununa %20, %40 oranlarında mercimek, bezelye veya nohut unları ilave edilerek zenginleştirilmiş yeni glutensiz ürün formülasyonları hazırlanmıştır. Tarhana örnekleri beş gün boyunca fermente edilmiş ve fermentasyon süresince pH ve asitlik gelişimleri izlenmiştir. Farklı baklagil unu katkılı pirinç tarhanası örneklerinin kalite özellikleri, kimyasal ve duyuşal özellikleri belirlenmiştir. Tarhana örneklerinde nişastanın jelatinizasyon ve çirışlenme (pasting) özellikleri mikrovizkoanalizör (Rapid Visco Analyser: RVA) ile saptanmıştır. Pirinç tarhanası formülasyonuna farklı baklagil unları ilavesinin tiamin ve riboflavin vitamin içerikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Vitamin analizleri HPLC ile gerçekleştirilmiştir. Bu işlemlerin yanı sıra validasyon çalışmaları da uygulanarak cihaz, metot ve sistem performansı irdelenmiştir. Glutensiz tarhana örneklerinde fenolik madde içerikleri, antioksidan aktiviteleri ve besinsel lif oranları da saptanmıştır.

Un ve tarhana örneklerinde rutubet, kül, protein analizleri gerçekleştirilmiştir. Tarhana örneklerinde kurutma sonrası titrasyon asitliği ve pH değerleri ölçülmüştür. Fermentasyon süresince titrasyon asitliğinde düzenli bir artış olmuştur. Fermentasyonun bitiminden kurutma sonrası analiz yapıncaya kadarki geçen sürede tarhana örneklerinde asitlik gelişimi görülmüştür. Artışın nedeninin bu süreçte laktik asit bakterilerinin faaliyetlerini belirli düzeyde sürdürmelerinden kaynaklandığı düşünölmektedir. Tarhana örneklerinin pH değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir. Baklagil unu katkılı tarhanalarda fermentasyon sırasında daha yüksek düzeyde asitlik gelişimi meydana gelmiştir. Baklagil unlarının protein içerikleri bakımından zengin olduğu belirlenmiştir. Tarhana örneklerine baklagil unları ilavesiyle kül ve protein içerikleri artış göstermiştir ve aralarındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

Tarhana örneklerinin renk analizi sonuçları arasındaki fark genel olarak istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. Pirinç unu ve mercimek, bezelye, nohut unlarının renk değerlerinin farklı olması tarhana örneklerinin renk değerlerini de etkilemiştir.



Mikroviskoanalizör (RVA<sup>TM</sup>) kullanılarak un ve tarhana örneklerinin çirilenme özellikleri belirlenmiştir. Baklagil unlarının çirilenme özellikleri birbirlerine yakın değerlerdedir. Ancak pirinç unu pik viskozitesi, karıştırma ile viskozite azalması, inceme sonrası viskozite, son viskozite ve katılma değerlerini baklagil unlarına göre oldukça yüksektir. Tarhana örneklerinde viskozite özellikleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Pirinç tarhanasına baklagil unları ilavesi nişasta çirilenme değerlerinde azalmaya sebep olmuştur.

Tarhana çorbalarının duysal analizleri renk, tat, koku, ağız hissi ve kıvam kategorilerinde değerlendirilmiştir. Baklagil unlarının renk değerlerinin farklı olması nedeniyle tarhana çorbalarının renk değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Renk açısından geleneksel tarhana çorbası rengine benzeyen pirinç tarhanası daha çok beğenilmiştir. Tat ve koku özellikleri istatistiksel açıdan önemsizdir. Ağız hissi değerlendirilmesinde %40 mercimek unu katkılı tarhana çorbası dışındaki diğer örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir. Çorbaların kıvamı ile ilgili sonuçlar incelendiğinde genel olarak baklagil unu katkısının tüm örneklerde düzenli bir puan artışına neden olduğu gözlenmektedir. Duysal analiz sonucunda pirinç tarhanası ve baklagil unu katkılı tarhana örneklerinin kabul edilebilir nitelikte olduğu ve genel olarak %40 oranında baklagil unu katkılı tarhanaların daha çok beğenildiği gözlenmiştir. Özellikle verilen puanlardan %40 mercimek unu katkılı tarhana çorbasının en beğenilen çorba olduğu belirlenmiştir.

Araştırmada kullanılan un örneklerinde ve pirinç ununa farklı oranlarda baklagil unu ilavesiyle hazırlanan tarhana örneklerinde B vitaminlerinden tiamin ve riboflavin analizleri HPLC ile yapılmıştır. Pirinç ununun tiamin ve riboflavin içeriği baklagil unlarına göre oldukça düşük bulunmuştur. Yapılan analizler, tarhana örneklerinin tiamin ve riboflavin miktarında baklagil unları ilavesiyle artış olduğunu göstermektedir. Baklagil unu katkılı tarhana örnekleri ile kontrol örneğinin tiamin içerikleri arasında istatistiksel olarak önemli farklar vardır ( $p<0.05$ ). Baklagil unu katkısı artıkça tarhana örneklerinin tiamin içeriğinde beklenildiği gibi artmıştır. Mercimek, bezelye ve nohut unu katkılı tarhana örneklerinde tiamin içeriği iki katına yakın artış göstermiştir. En yüksek tiamin içeriği sırasıyla %40 bezelye unu ve %40 mercimek unu katkılı tarhanalarda tespit edilmiştir. Baklagil unu katkılı

tarhana örnekleri ile kontrol örneğinin riboflavin içerikleri arasında istatistiksel olarak önemli farklar vardır ( $p < 0.05$ ). Riboflavin miktarı %40 bezelye unu katkılı tarhana örneğinde en yüksek çıkmıştır. Bununla beraber, her üç baklagil unu katkısının riboflavin içeriği açısından birbirine yakın sonuçlar verdiği gözlenmiştir. Validasyon çalışmaları kapsamında; cihazın tekrarlanabilirliği, yöntemin tekrarlanabilirliği, doğruluk, doğrusallık, %geri kazanım, LOD ve LOQ değerleri irdelenmiştir. Elde edilen sonuçlara dayanarak metot, cihaz ve sistem performansı değerlendirildiğinde; oldukça iyi sonuçlar alındığı görülmektedir. Dolayısıyla; tiamin, riboflavin analizleri için kullanılan metot, cihaz ve sistem performansının bu tez çalışmasının amaçlarına uygun olduğu görülmektedir.

Pirinç ununa göre baklagil unlarının besinsel lif, fenolik madde ve antioksidan içeriğinin oldukça fazla olduğu gözlenmektedir ve en yüksek değerler nohut ununda belirlenmiştir. Besinsel lif içeriği açısından tarhana önemli bir gıda maddesidir. Pirinç ununa baklagil unu ilavesiyle hazırlanan tarhana örneklerinde besinsel lif miktarında artış gözlenmiştir ve bu artış istatistiksel olarak önemlidir. %40 nohut unu katkılı tarhanada besinsel lif içeriği açısından en yüksek değer saptanmıştır. Bunu %40 mercimek unu katkılı tarhana örneği izlemektedir. Tarhana örneklerinde fenolik madde miktarları pirinç ununa baklagil unları ilavesi ile beklenildiği gibi artış göstermiştir. Bu artış istatistiksel olarak önemlidir ve baklagil unu oranı arttıkça artmaktadır. Tarhana örnekleri arasında en yüksek fenolik madde içeriği %20 ve %40 nohut unu katkılı tarhanalarda saptanmıştır. Tarhana örneklerinde antioksidan miktarları pirinç ununa baklagil unları ilavesi ile artış göstermiştir. Bu artış baklagil unu oranı arttıkça artmaktadır ve istatistiksel olarak önemlidir. Tarhana örnekleri arasında en yüksek antioksidan içeriği %40 nohut unu katkılı tarhana örneğinin de belirlenmiştir.

Tez çalışması kapsamında pirinç unu kullanılarak üretilen tarhana örneklerinin farklı baklagil unlarıyla zenginleştirilmesi ilk kez gerçekleştirilmiştir. Bu tarhana örneklerine ELISA yöntemiyle yapılan gluten analizi sonucunda un ve tarhana örneklerinin “glutensiz” sınıfına girdiği belirlenmiştir. Piyasada satışa sunulan glutensiz ürünlerin büyük çoğunluğu yurt dışından gelmektedir ve ürün çeşitliliği kısıtlıdır. Tarhana içeriği ve fermente ürün olma özelliği nedeniyle besleyici değeri yüksek olan bir üründür. Bu çalışma ile buğday unu yerine pirinç ununun kullanılıp

mercimek, bezelye ve nohut gibi baklagillerin ilave edilmesiyle geleneksel bir ürünümüz olan tarhana, besleyici özelliği arttırılarak çölyak hastaları için tüketebilecekleri bir gıda maddesi haline getirilmiştir. Elde edilen veriler, mercimek, bezelye ve nohut unlarının üçünün de kullanımıyla elde edilecek tarhanaların çölyak hastalarının damak tadına göre farklı seçenekler olarak sunulabileceği fikrini vermektedir. Genel olarak değerlendirildiğinde bu ürünler, protein içeriği, tiamin ve riboflavin gibi B vitaminleri içerikleri, besinsel lif, antioksidan aktivite ve fenolik bileşikler açısından doğal olarak zenginleştirilmiş ürünler olarak tüketime sunulabilir. Bu ürünün üretilmesi ve geliştirilmesiyle sayıları oldukça yüksek olan çölyak hastalarının sınırlı miktardaki gıda portföyü arasına geleneksel yeni ürünler eklenmiş olacaktır. Duyusal değerlendirme sonuçları, bu ürünlerin sadece çölyak hastaları tarafından değil doğal, sağlıklı fonksiyonel gıdalar ve farklı damak tadı arayan tüketiciler tarafından da kullanılabilirliğini düşündürmektedir. Bu çalışmada, bu ürünlerin bazı kalite özellikleri, kimyasal ve duyusal özellikleri ile bazı besinsel özellikleri ele alınarak incelenmiştir. Bu tür çalışmalarda en önemli sorun ürünün tüketici tarafından tercihidir. Bu çalışma ile ürünün kabul edilebilir nitelikte olduğu açıkça gösterilmiştir. Bundan sonraki çalışmalarda, bu ürünlerin diğer kimyasal özellikleri, besinsel özellikleri ve mikrobiyolojik özellikleri gibi konular araştırılmalıdır.

## KAYNAKLAR

- AACC, 2000, Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, (8th ed.), The Association: St Paul, MN.
- AACC, 2001, The definition of dietary fibre, AACC Report, Cereal Food World, 46, (3), 112–126.
- Abou-Donia, S. A., 1999, Geographical distribution and historical development of ancient Egyptian dairy products. Egyptian Journal Dairy Science, 27, 359-368.
- Acar, J., Gökmen, V., 2005, Fenolik Niteşikler ve Doğal Renk Maddeleri, Gıda Kimyası, İlbilge Saldamlı (ed.), Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, 463-496.
- Akbaşı, Ş., Coşkun, H., 2006, Tarhana Üretimi ve Özellikleri Üzerine bir Değerlendirme, Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bolu.
- Albala-Hurtado, S., Veciana-Noguès, M.T., Izquierdo-Pulido, M., Marinè-Font, A., 1997, Determination of Water-Soluble Vitamins in Infant Milk by High Performance Liquid Chromatography, Journal of Chromatography A, 778, 247-253.
- Alvarez-Jubete, L. , Arendt, E.K., Gallagher, E., 2009, Nutritive value of pseudocereals and their increasing use as functional glutenfree ingredients, Food Science & Technology 1-8.
- Amarowicz, R., Karamac, M., Shahidi, F., 2003, Antioxidant activity of phenolic fractions of lentils (*Lens culinaris*), Journal of Food Lipids, 10, 1–10.
- Anderson, R.A., 1975, Wild Rice: Nutritional Review, Cereal Chemistry 53(6): 949-955.
- Anonymous, 1981, Tarhana Standardı TS 2282, Türk Standartları Enstitüsü (TSE), Ankara.
- Anonymous, 1984, Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 14<sup>th</sup> ed., Association of Official Chemists, Inc., Virginia.
- Anonymous, 1989, TSE Yoğurt Standardı. TS 1330. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- AOAC, 1990, Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, Methods 942.23, 953.17, 957.17 and 986.27, 15th edition, The Association, Arlington, VA, USA.
- AOAC, 1991, Official Methods Of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Arlington. USA.

- Aydoğdu, S., Tümgör, G., 2005, Çölyak Hastalığı, Güncel Pediatri, 2 : 47-53.
- Aytuna, H., Aran, N., 2002, Tahıl Ürünlerinde Fermantasyon Uygulamaları ve Besin Değerleri Üzerine Etkileri, Hububat, Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Sergisi, 365-373, Gaziantep.
- Ball, G.F.M., 2006, Vitamins In Foods: Analysis, Bioavailability, and Stability, Taylor and Francis Group Boca Raton London New York.
- Baysal, A., 2002, Beslenme, Hatiboğlu Yayınevi, ISBN 975-7527-73-4, Ankara.
- Berger, M. M., 2005, Can oxidative damage be treated nutritionally? Clinical Nutrition, 24: 172-183.
- Bilgiçli, N., Elgün, A., Herken, N. E., Türker, S., Ertaş, N., İbanoğlu, Ş., 2006, Effect of wheat germ/bran addition on the chemical, nutritional and sensory quality of tarhana, a fermented wheat flour-yoghurt product, Journal of Food Engineering 77, 680–686.
- Bilgiçli, N., İbanoğlu, Ş., 2007, Effect of wheat germ and wheat bran on the fermentation activity, phytic acid content and colour of tarhana, a wheat flour–yoghurt mixture, Journal of Food Engineering 77, 680–686.
- Bilgiçli, N., 2009, Effect of buckwheat flour on chemical and functional properties of tarhana, Food Science and Technology 42, 514–518.
- Boyacı Bilgi, B., 2008, Zenginleştirilmiş Unlardan Farklı Koşullarda Üretilen Ekmeklerin Bazı B Vitamini İçeriklerinin İncelenmesi, (Doktora Tezi), Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Boyacıoğlu D., 2005, Gıda Analizlerinde Avrupa Birliği Metot Performans Parametreleri ve Kıstasları, Laboratuvar Akreditasyonu ve Önemi Semineri, İ.T.Ü Gıda Mühendisliği Böl., Maslak-İstanbul.
- Boye, J., Zare, F., Pletch. A., 2009, Pulse proteins: Processing, Characterization, functional properties and applications in food and feed, Food Research International, doi:10.1016/j.foodres.2009.09.003.
- Bozkurt, O., Gürbüz, O., 2008, Comparison of lactic acid contents between dried and frozen tarhana, Food Chemistry 108, 198–204.
- Butterworth, J.R., Banfield,L.M., Iqbal, T.H., Brian T. Cooper, B.T., 2004, Factors relating to compliance with a gluten-free diet in patients with coeliac disease: comparison of white Caucasian and South Asian patients Original Research Article Clinical Nutrition, Volume 23, Issue 5, 1127-1134.
- Butsat, S., Siriamornpun, S., 2009, Antioxidant capacities and phenolic compounds of the husk, bran and endosperm of Thai rice, Food Chemistry 119; 606–613.

- Campbell-Platt, G., 1994, Fermented Foods: A World Perspective. *Food Res. Int.* 27: 253.
- Campos-Vega, R., Loarca-Pina, G., Oomah, B.D., 2009, Minor components of pulses and their potential impact on human health, *Food Research International*, doi:10.1016/j.foodres.2009.09.004.
- Caplice, E., Fitzgerald, G.F., 1999, Food Fermentations: Role of Microorganisms in Food Production and Food Preservation. *Int. J. of Food Mic.*Vol:50, Issues 1-2, 131-139.
- Certel, M., Erbaş, M., Uslu, M. K., Erbaş, M.O., 2007, Effects of fermentation time and storage on the water-soluble vitamin contents of tarhana, *Journal of the Science of Food and Agriculture* 87:1215–1218.
- Chavan, J. K., Cadam, S. S., 1989, Nutritional improvement of cereals by fermentation, *Food Science and Nutrition*, 28, 349–400.
- Chavan, U.D., Shahidi, F., Bal, A.K., Mckenzie, D.B., 1998, Physico-chemical properties and nutrient composition of beach pea (*Lathyrus maritimus* L.), *Food Chemistry* 66, 43±50.
- Cheng, H.H., 1993, Total Dietary Fiber Content of Polished, Brown and Bran Types of Japonica and Indica Rice In Taiwan: Resulting Physiological Effects of Consumption, *Nutrition Research*, Vol. 13, pp. 93-101.
- Cheng, Z.J., Hardy R.W., 2003, Effect of extrusion processing of feed ingredients on apparent digestibility coefficient of nutrients for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture Nutrition*, 9:77-83.
- Chung, H.J., Liu, Q., Hoover, R., Warkentin, T.D., Vandenberg, B., 2008, In vitro starch digestibility, expected glycemic index, and thermal and pasting properties of flours from pea, lentil and chickpea cultivars, *Food Chemistry* 111, 316–321.
- Crosbie, G.B., Ross, A.S.(Eds.), 2007, (Book review),*The RVA Handbook*, AACCC International, St. Paul, MN, USA.
- Çelik, S.,1988, Geleneksel fermente ürünler, *Gıda*, 13, 4, 303-310.
- Çelik, S. ve Köksel, H., 1995, Arpa  $\beta$ -glukanlarının fizikokimyasal özellikleri, teknoloji ve besinsel önemleri, *Arpa-Malt Sempozyumu* (3), 5-7 Eylül 1995, Konya, Türkiye, s. 357-371.
- Çelik, S., 2006, *Gıda Kimyası Ders Notları* (basılmamış), Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Çopur, Ö.U., Göçmen, D., Tamer, C.E., Gürbüz, O., 2001, Tarhana üretiminde farklı uygulamaların ürün kalitesine etkisi. *Gıda*, 26 (5) 339-346.

- Dağlıoğlu, O., 2000, Tarhana as a traditional Turkish fermented cereal food, its recipe, production and composition, *Nahrung*, 44, 2, 85-88.
- Dalgıç, A.C., Belibağlı, K.B., 2008, Hazard analysis critical control points implementation in traditional foods: a case study of Tarhana processing, *International Journal of Food Science and Technology*, 43, 1352–1360.
- Damir, A. A., Salam, A. A., Mohamed, M. S., 1992, Acidity, microbial, organic and free aminoacids development during fermentation of skimmed milk, *Food Chemistry*, 43, 265-269.
- Dayısoylu, K.S., Duman, A. D., İnanç, A. L., Gezginç, Y., Özsisli, B., 2002, Model Kahraman Maraş Tarhanası, *Hububat, Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Sergisi*, 485-491, Gaziantep.
- Değirmencioğlu, N., Göçmen, D., Dağdelen, A. & Dağdelen, F., 2005, Influence of Tarhana Herb (*Echinophora sibthorpiana*) on Fermentation of Tarhana, *Turkish Traditional Fermented Food, Food Technology and Biotechnology*, 43, 175–179.
- Denery-Papini, S., Nicolas, Y., Popineau, Y., 1999, Efficiency and Limitations of Immunochemical Assays for the Testing of Gluten-free Foods, *Journal of Cereal Science* 30, 121–131.
- Devos, P., 1988, Mercimek ve nohutun besin değeri ve proses sırasındaki değişiklikler (Nutritional value of lentils and chickpeas and changes during processing), *Herkes İçin Mercimek Sempozyumu (Lentils for Everyone Symposium)*, Marmaris/Muğla, 174-196.
- Doğan, İ.S., 2000, Gıda Sanayinde hızlı viskozite test (HVT) Cihazının Kullanımı, *Gıda*, 25 (6) :429-434.
- DPT, 2003, T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, Ulusal Gıda ve Beslenme Stratejisi Çalışma Grubu Raporu (Ulusal Gıda ve Beslenme Eylem Planı I. Aşama Çalışması Eki ile) İktisadi Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü, Mart 2003, Yayın No DPT: 2670, 101s.
- Dror, Y., 2003, Dietary Fiber Intake for the Elderly. *Nutrition*, 19 (4), 388-389.
- Duranti, M., 2006, Review Grain legume proteins and nutraceutical properties, *Fitoterapia* 77, 67–82.
- Eitenmiller, R.R., Landen, W.O., 1999, *Vitamin Analysis for the Health and Food Sciences*, CRC Press, New York.
- Ekici, L., Ercoşkun, H., 2007, Et Ürünlerinde Diyet Lif Kullanımı, *Derleme, Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi* (1) 83–90.
- Ekici, L., Sağdıç, O., 2008, Serbest Radikaller ve Antioksidan Gıdalarla İnhibisyonu, *Gıda*, 33 (5) : 251-260.

- Ekinci, R., 2005, The effect of fermentation and drying on the water-soluble vitamin content of tarhana, a traditional Turkish cereal food, *Food Chemistry* 90, 127–132.
- Elleuch, M., Bedigian, D., Roiseux, O., Besbes, S., Blecker, C., Attia, H., 2011, Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review, *Food Chemistry* 124, 411–421.
- Erbaş, M., Uslu, M. K., Erbaş, M. Ö., Certel, M., 2006, Effects of fermentation and storage on the organic and fatty acid contents of tarhana, a Turkish fermented cereal food, *Journal of Food Composition and Analysis* 19, 294–301.
- Erkan, H., 2004, Farklı Tahıl Unları Kullanılarak Üretilen Tarhana Örneklerinin Kimyasal, Fonksiyonel ve Duyusal Özelliklerinin Araştırılması, (Doktora tezi), Gıda Mühendisliği, Hacettepe Üniversitesi, 06532 Beytepe, Ankara, Türkiye.
- Erkan, H., Çelik, S., Bilgi, B., Köksel, H., 2006, A new approach for the utilization of barley in food products: Barley tarhana, *Food Chemistry* 97, 12–18.
- Ertaş, N., Sert, D., Demir, M.K., Elgün, A., 2009, Effect of Whey Concentrate Addition on the Chemical, Nutritional and Sensory Properties of Tarhana (a Turkish Fermented Cereal-based Food), *Food Sci. Technol. Res.*, 15 (1), 51 – 58.
- Esteve, M., Farré, R., Frígola, A., García-Cantabella, J., 2001, Simultaneous Determination of Thiamin and Riboflavin in Mushrooms by Liquid Chromatography, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 1450-1454.
- FAO/WHO, 1994, *Codex Alimentarius*, Volume 4.
- Fasano, A., Catassi, C., 2001, Current Approaches to Diagnosis and Treatment of Celiac Disease: An Evolving Spectrum Original Research Article *Gastroenterology*, 120, 3, 636-651.
- Fernandez-Orozco, R., Frias, J., Zielinski, H., Mun˘Oz , R., Piskula, M.K., Kozłowska, H., Vidal-Valverde, C., 2008, Evaluation of bioprocesses to improve the antioxidant properties of chickpeas, *LWT - Food Science and Technology* 42, 885–892.
- Fevzioğlu, M., Başman, A., 2008, İnfared Uygulamasının Buğday irişlenme Özellikleri Üzerine Etkisi, Türkiye 10. Gıda Kongresi, Erzurum.
- Finglas, P.M., Faulks, R.M., 1984, The HPLC Analysis of Thiamin and Riboflavin in Potatoes. *Food Chemistry*, 15, 37-44.
- Fletcher, R. J., Bell, I. P., Lambert, J. P., 2004, Public health aspects of food fortification: a question of balance, *Proceedings of the Nutrition Society*, 63, 605–614.



- Gallagher, C.R., Mooleson, A. L., Caldwell, J. H., 1974, Lactose İntoleranse and Fermented Dairy Products, J. Am. Dict Assoc. 65.418-419.
- Gallagher, E., Gormley, T.R., Arendt, E.K., 2004, Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products, Trends in Food Science and Technology, vol.15, issues.3-4, pp.143-152.
- Göçmen, D., Gürbüz, O., Şahin, İ., 2003, Hazır tarhana çorbaları üzerinde bir araştırma. Hububat 2002. Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Sergisi. Gaziantep Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Güneydoğu Un Sanayicileri Derneği, 3-4 Ekim 2002. Gaziantep.
- Gregory, J.F., 1996, Vitamins. Food Chemistry. Owen R. Fennema (ed.). 3<sup>rd</sup> edition, Marcel Dekker, Inc. New York, ISBN 0-8247-9691-8.
- Hafez, Y.S., Hamada, A.S., 1984, Laboratory preparation of a new soy-based, Journal of Food Scienc, 49: 197-198.
- Hallert, C., Grant, C., Grehn, S., Grännö, C., Hultén, S., Midhagen, G., Ström, M., Svensson, H., Valdimarsson, T., 2002, Evidence of poor vitamin status in coeliac patients on a gluten-free diet for 10 years, Aliment Pharmacol Ther; 16: 1333–1339.
- Hamad, A. M., Fields, M. L., 1982, Preliminary evaluations of a new type of kishk made from whey, Journal of food Science, 47, 1140-1142.
- Hamer, R.J., 2005, Coeliac Disease: Background and biochemical aspects, Review Article, Biotechnology Advances,23, 6, 401-408.
- Hernell, O., Ivarsson, A., Persson, L. Å., 2001, Coeliac disease: effect of early feeding on the incidence of the disease, Early Human Development 65 Suppl. S153–S160.
- Holcombe, D., 1998, The Fitness for Purpose of Analytical Methods A Laboratory Guide to Method Validation and Related Topics, EURACHEM Guide, United Kingdom.
- Hoseney, R., Rogers, D.E., 1990, The formation and properties of wheat flour doughs, Critical Review, Food Science Nutrition, 29:73.
- Huber, L., 1998, Validation of Analytical Methods: Review and Strategy, Agilent Technologies GmbH, LC/GC International, February 1998, 96-105, Waldbronn, Germany.
- İbanoğlu, S., Ainsworth, P., Wilson, G., Hayes, G. D., 1995, Effect of formulation on protein breakdown, in vitro digestibility, rheological properties and acceptability of tarhana, a traditional Turkish cereal food. International Journal of Food Science and Technology, 30, 579-585.

- İbanoğlu, S., Ainsworth, P., Wilson, G. and Hayes, G. D., 1995a, The effect of fermentation conditions on the nutrients and acceptability of tarhana. *Food Chemistry*, 53, 143-147.
- İbanoğlu, Ő., Ainsworth, P., İbanoğlu, E., 1999, Effect of different ingredients on the fermentation activity in tarhana, *Food Chemistry*, 64, 103-106.
- İbanoğlu, Ő., Maskan, M., 2002, Effect of cooking on the drying behaviour of tarhana dough, a wheat flour – yoghurt mixture, *Journal of Food Engineering*. 54 (2) 119–123.
- İbanoğlu, Ő., Ainsworth, P., 2004, Application of response surface methodology for studying the viscosity changes during canning of tarhana, a cereal-based food *Journal of Food Engineering* 64 (2004) 273–275.
- ICC, 1995, Standard Methods of the ICC, Method 117, 119 and 153, International Association of Cereal Science and Technology, Vienna, Austria.
- Iqbal, A., Khalil, I. A., Ateeq, N., Khan M.S., 2006, Nutritional quality of important food legumes, *Food Chemistry*, 331–335.
- İŞleroğlu, H., Dirim, S.N., Ertekin, F.K., 2009, Gluten İçermeyen, Hububat Esaslı Alternatif Ürün Formülasyonları ve Üretim Teknolojileri, *Review, Gıda* 34 (1): 29-36.
- Jandal, J. M., 1994, Chemical studies on kishk as an Iraqi fermented milk-wheat product, *Indian Journal Dairy Science*, 47, 4, 357-359.
- Juliano, B.O., Bechtel, D.B., 1985, The Rice Grain and Its Gross Composition, *Rice: Chemistry and Technology*, (eds) Juliano, B.O., Department of Cereal Chemistry International Rice Research Institute Los Baños, Laguna, Philippines, 17-57.
- Karadeniz, F., Ekşi, A., 2002, Gıdalardaki başlıca fenolik bileşikler, *Dünya Gıda*. 1:80-85.
- Koca, A.F., Tarakçı, Z., 1997, Tarhana Üretiminde Mısır Unu ve Peyniraltı Suyu Kullanımı, *Gıda*, 22(4):287-292.
- Koca, N., Karadeniz, F., 2005, Gıdalardaki Doğal Antioksidan Bileşikler, *Gıda*, 30(4):229-236.
- Koç, S., Hayta, M., Alpaslan, M., 2002, Soya yoğurtlu tarhana: fonksiyonel ve duyuasal özellikler, *Hububat: Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Sergisi, Gaziantep*, s. 433-440.
- Koçtürk, N. O., 1964, Tarhana, Ankara Veteriner Hekimleri Odası Yayınları, Sayı: 10, Ankara.
- Köksel, H., Özboy, Ö., 1993, Besinsel Lif Analiz Yöntemleri, *Gıda*, 18, (1) 73-79.

- Köksel,H., Özboy, Ö., 1993a, Besinsel Liflerin İnsan Sağlığındaki Rolü, Gıda, 18, 309-314.
- Köksel,H., 2005, Karbonhidratlar, Gıda Kimyası, İlbilge Saldamlı (ed.), Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, 49-132.
- Köse, E., Çağındı, Ö.S., 2002, An investigation into the use of different flours in tarhana, International Journal of Food Science Technology, 37, 219-222.
- Kütük, D., 2010, Depolama Koşullarının Zenginleştirilmiş Makarnanın Vitamin İçeriği Üzerine Etkisinin Araştırılması, (Yüksek Lisans Tezi), Gıda Mühendisliği, Hacettepe Üniversitesi, 06532 Beytepe, Ankara, Türkiye.
- Lee, C.H., 2002, Creative Fermentation Technology for the Future. <http://seafood.ucdavis.edu/iufast/lee.htm>.
- Lee, A., Newman, J.M., 2003, Celiac diet: Its impact on quality of life, J.Am. Diet Assoc. 103: 1533-1535.
- Leporati, A., Catellani, D., Suman, M., Andreoli, R., Manini, P., Niessen, W. M.A., 2004, Application of a liquid chromatography tandem mass spectrometry method to the analysis of water-soluble vitamins in Italian pasta, Analytica Chimica Acta 531, 87–95.
- Marco, C., Cristina M. Rosell, C.M., 2008, Effect of different protein isolates and transglutaminase on rice flour properties, Journal of Food Engineering 84,132–139.
- Mariani, P., Grazia, V. M., la Vecchia, A., Cipolletta, E.,Calvani, L.,Bonamico, M., 1998, The Gluten-Free Diet: A Nutritional Risk Factor for Adolescents with Celiac Disease. Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition, 27, 519-523.
- Martucci, S., Biagi, F., Sabatino, A., Corazza, G. R., 2002, Coeliac disease, Dig Liver Dis;34(Suppl 2):150–3.
- Maskan, M., İbanoğlu, Ş., 2002, Hot air drying of cooked and uncooked tarhana dough, a wheat flour – yoghurt mixture. European Food Research and Technology. 215 (5) 413-418.
- Ndaw, S., Bergaentzlé, M., Aoudé-Werner, D., Hasselmann, C., 2000, Extraction procedures for liquid chromatographic determination of thiamin, riboflavin and vitamin B<sub>6</sub> in foodstuffs, Food Chemistry, 71, 129-138.
- Oğuz, A., 2008, Bazı çerez gıdaların antioksidan kapasiteleri, (Yüksek lisans tezi), Gaziosmanpaşa Üniversitesi Mühendislik Fakültesi.
- Ollilainen, V., Finglas, P.M., Van Den Berg, H., De Froidmont-Görtz, I., 2001, Certification of B-group vitamins (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub> and B<sub>12</sub>) in four food reference materials, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49, 315-321.

- Öner, M. Ö., Tekin, A.R., Erdem, T., 1993, The Use of Soybeans in the Traditional Fermented Food—Tarhana, *Lebensmittel-Wissenschaft-und-Technologie*, vol.26, 4, pp.371-372.
- Özbilgin, S., 1983, The chemical and biological evaluation of tarhana supplemented with chickpea and lentil., (Ph. D. Thesis), Cornell University, New York, USA.
- Özdemir, S., Göçmen, D., Yıldırım Kumral, A., 2007, A Traditional Turkish Fermented Cereal Food: Tarhana, *Food Reviews International*, 23:107–121.
- Pekin, S., 1988, Endüstriyel tarhana üretimi, Türkiye 6. Gıda Kongresi Bildirileri, Ankara, 136-142.
- Pekşen, E., Artık, C., 2005, Antibesinsel Maddeler ve Yemeklik Tane Baklagillerin Besleyici Değerleri, *OMÜ Zir. Fak. Dergisi*, 20(2):110–120.
- Perez-Hidalgo, M.A., Guerra-Herna´ ndez, E., Garcı´a-Villanova, B., 1997, Dietary Fiber in Three Raw Legumes and Processing Effect on Chick Peas by an Enzymatic-Gravimetric Method, *Journal Of Food Composition and Analysis* 10, 66–72, Article No. FC970522.
- Pirkul, T., 1988, Çocuk ve Risk Altındaki Kişilerin Protein Gereksinimine Göre Ticari Tarhanaların Formülasyonu, *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 17, 275–283.
- Pomeranz, Y., 1991, Proteins: Functional Properties of Food Components. General In: Pomeranz (ed). San Diego: Academic Press, pp 147-189.
- Poyrazoğlu, E., Velioğlu, S., Artık, N., 2002, Bazı Fenolik Asitlerin, Antosiyanin Pigmentlerinin ve Bunların Oluşturdukları Kopigmentlerin Antioksidan Etkilerinin Belirlenmesi, *Gıda*, 27(2): 93-98.
- Prodanov, M., Sierra, I., Vidal-Valverde, C., 2004, Influence of soaking and cooking on the thiamin, riboflavin and niacin contents of legumes, *Food Chemistry*, 84, 271–277.
- Ragae, S., Abdel-Aal, E.M., Noaman, M., 2006, Antioxidant activity and nutrient composition of selected cereals for food use. *Food Chemistry* 98, 32–38.
- Ragae, S., Abdel-Aal, E.M, 2006, Pasting properties of starch and protein in selected cereals and quality of their food products, *Food Chemistry* 95, 9–18.
- Riahi, E., Ramaswamy, H.S., 2003, Structure and Composition of Cereal Grains and Legumes, *Handbook of Postharvest Technology Cereals, Fruits, Vegetables, Tea, and Spices*, (eds) Ramaswamy, H.S., Raghavan, G.S.V, Chakraverty, A., Mujumdar, A.S., CRC Pres, 1-16.

- Rivlin, R.S., 1975, Riboflavin. Plenum Press, ISBN 0-306-30814-2. New York and London.
- Sabanis, D., Lebesi, D., Tzia, C., 2009, Effect of dietary fibre enrichment on selected properties of gluten-free bread, *Food Science and Technology*, 42, 1380–1389.
- Salama, A. A., Damir, A. A., Mohamed, M. S., 1992, Effect of cooking on nutrients, microbial and sensory properties of skimmed milk and rayeb kishk, *Acta Alimentaria*, 21 (1), 67-76.
- Saldamlı, İ., Sağlam, F., 2005, Vitaminler ve Mineraller, *Gıda Kimyası*, İlbilge Saldamlı (ed.), Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, 365-425.
- Serpen, A., Gökmen, V., Pellegrini, N., Fogliano, V., 2008, Direct measurement of the total antioxidant capacity of cereal products, *Journal of Cereal Science* 48, 816–820.
- Siyamoğlu, B., 1961, Türk Tarhanalarının Yapılışı ve Terkibi Üzerinde Araştırma. E.Ü. Press. Pub. No:44, İzmir.
- Shen, Y., Jin, L., Xiao, P., Lu, Y., Bao, J., 2009, Total phenolics, flavonoids, antioxidant capacity in rice grain and their relations to grain color, size and weight, *Journal of Cereal Science* 49, 106–111.
- Skurray G.R., 1981, A rapid method for selectively determining small amounts of niacin, riboflavin and thiamine in foods. *Food Chemistry*, 7, 77-80.
- Steinkraus, K. H., 1983, Lactic acid fermentation in the production of foods from vegetables, cereals, and legumes, *Antonie van Leeuwenhoek*, 49, 337-348.
- Stojiljković, V., Todorović, A., Pejić, S., Kasapović, J., Saicić, Z.S., Radlović, N., Pajović, S.B., 2009, Antioxidant status and lipid peroxidation in small intestinal mucosa of children with celiac disease. *Clinical Biochemistry* 42, 1431–1437.
- Swaminathan, M., 1974, Pulses—essentials of food and nutrition, pp. 355–356, Madras: Ganesh and Co.
- Sun, T., Ho, C.T., 2005, Antioxidant activities of buckwheat extracts, *Food Chemistry* 90, 743–749
- Tamer, C.E., Karaman, B., Aydoğan, N., Çopur, Ö.U., 2004, Bazı Geleneksel Fermente Gıdalarımız ve Sağlık Üzerindeki Etkileri, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa.
- Tarakçı, Z., Doğan, I. S., Koca, A. F., 2004, A traditional fermented Turkish soup, tarhana, formulated with corn flour and whey, *International Journal of Food Science and Technology*, 39, 455-458.

- Temiz, A., Pirkul, T., 1990, Tarhana Fermentasyonunda Kimyasal ve Mikrobiyolojik Değişimler, Gıda Teknolojisi Derneği, 15, 2, 119-126.
- Temiz, A., Pirkul, T., 1991, Farklı Bileşimlerde Üretilen Tarhanaların Kimyasal ve Duyusal Özellikleri, Gıda Teknolojisi Derneği, 16, (1), 7-13.
- Temiz, A. and Yilmazer, A. N., 1998, Identification of lactic acid bacteria isolated from tarhana during fermentation. *Acta Alimentaria*, 27, 3, 277-291.
- Tharanathan, R.N., Mahadevamma, S., 2003, Grain legumes—a boon to human nutrition, *Trends in Food Science & Technology*, 14, 507–518.
- Thompson, T., 2003, Oats and the gluten-free diet, *Journal of The American Dietetic Association*, Volume 103 Number 3, 376-379.
- Thompson, T., Dennis, M., Higgins, L.A., Lee, A.R., Sharrett, M.K., 2005, Gluten-free diet survey: are Americans with coeliac disease consuming recommended amounts of fibre, iron calcium and grain foods? *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 18, 163-169.
- Tosh, S.M., Yada, S., 2009, Dietary fibres in pulse seeds and fractions: Characterization, functional attributes, and applications, *Review, Food Research International*.
- Toufeili, I., Melki, C., Shadarevian, S., Robinson, R. K., 1999, Some nutritional and sensory properties of bulgur and whole wheatmeal kishk (a fermented milk-wheat mixture), *Food quality and Preference*, 10, 9-15.
- Turantaş, F., Göksungur, Y., Dinçer, A. H., Ünlütürk, A., Güvenç, U., Zorlu, N. 1999, Effect of potassium sorbate and sodium benzoate on microbial population and fermentation of black olives. *J. of the Sci. Food Agric.*79, 1-6. (SCI).
- Türker, S., Elgün, A. 1995, Sağlam, Pişirilmiş ve Çimlendirilmiş Kuru Baklagiller Eklenerek, Mayasız ve Mayalı (*Saccharomyces cerevisiae*) Şartlarında Üretilen Tarhanaların Besin Değeri ( Doktora Tezi), Selçuk Üniv. Zir. Fak. Dergisi, 6(8):32-45.
- Türksoy, S., Özkaya, B., 2006, Gluten ve Çölyak Hastalığı, Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bolu, 807-810s.
- Velioğlu, S., 2000, Doğal Antioksidanların İnsan Sağlığına Etkileri, *Gıda*, 25(3):167-176.
- Wang, H.L., Hesseltine, C.W., 1981, Use of microbial cultures: legume and cereal products, *Food Technology*, 36, 1, 79-83.
- Xu, B.J., Yuan, S.H., Chang, S.K.C., 2007, Comparative Analyses of Phenolic Composition, Antioxidant Capacity, and Color of Cool Season Legumes and Other Selected Food Legumes, Vol. 72, Nr. 2, *Journal of Food Science*.

- Xu, B.J., Chang, S.K.C., 2008, Effect of soaking, boiling, and steaming on total phenolic content and antioxidant activities of cool season food legumes, *Food Chemistry* 110,1–13.
- Yalçın, S., 2005, Glutensiz erişte üzerine bir araştırma, (Yüksek lisans tezi), Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi.
- Yalçın, S., Başman, A., 2006, Glutensiz Makarna ve Erişte Üretimi, Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bolu, 637-640s.
- Yalçın, S., Başman, A., 2008, Quality Characteristics of Corn Noodles Containing Gelatinized Starch, Transglutaminase and Gum, Food Engineering Department Faculty of Engineering Hacettepe University Beytepe, Ankara, Turkey, *Journal of Food Quality*, 31, 465–479.
- Yalçın, E. , Çelik, S. , Köksel, H. , 2008, Chemical and sensory properties of new gluten-free food products: Rice and corn tarhana, *Food Sci. Biotechnol.* 17, 728 -733.
- Yaşacan, Z.Y., 2002, Ekstrüzyon ile pişirme koşullarının tarhana özelliklerine etkileri, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Bölümü Doktora Tezi, Ankara.
- Youssef, M.M., 1990, Instantization and evaluation of some traditional Egyptian foods. *Food Chemistry*, 38, 247–254.
- Yücecan, S., Kayakırılmaz, K., Başoğlu, S. , Tayfur, M., 1988, Tarhananın Besinsel Değeri Üzerine Bir Araştırma, *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 45, 47-51.
- Yücel, U., Ötleş, S., 1998, Fermente Ürünlere Bir Bakış. *Gıda* (11): 51-54.
- Zielin´Ski, H., Kozłowska, H., 2000, Antioxidant activity and total phenolics in selected cereal grains and their different morphological fractions. *Food Chemistry*, 48, 2008-2016.

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler:

Adı Soyadı : Fatma Hande ÖZMEN

Doğum Yeri : Malatya

Doğum Yılı : 1986

Medeni Hali : Evli

### Eğitim ve Akademik Durumu:

Lise : Mehmet Emin Resulzade Anadolu Lisesi / ANKARA,  
2000-2004

Lisans : Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda  
Mühendisliği Bölümü, 2004-2008

Yabancı Dil : İngilizce